

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ & ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

**ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΝΕΖΙΝΑ**

**ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΠΛΩΤΩΝ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ  
*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819, ΣΤΟ ΒΔ ΘΕΡΜΑΪΚΟ  
ΚΟΛΠΟ ΣΤΙΣ ΕΚΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΛΟΥΔΙΑ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ (2009)**

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΙΕΙΑΣ & ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

**ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΝΕΖΙΝΑ**

**ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΠΛΩΤΩΝ ΜΥΔΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ  
*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819, ΣΤΟ ΒΔ ΘΕΡΜΑΪΚΟ  
ΚΟΛΠΟ ΣΤΙΣ ΕΚΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΛΟΥΔΙΑ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ (2009)**

## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στην καταγραφή της παραγωγής του μυδιού *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 καθώς και στην ποσότητα του γόνου του μυδιού (δυναμική), που εγκαθίσταται επάνω στις αναρτημένες αρμαθίες των πλωτών μυδοτροφείων. Η μελέτη έλαβε χώρα στο Βορειοδυτικό Θερμαϊκό κόλπο, στις εκβολές του ποταμού Λουδία.

Οι κόλποι Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού αποτελούν τις πιο σημαντικές θαλάσσιες περιοχές της Ελλάδας για την ανάπτυξη της μυδοκαλλιέργειας. Στους δυο αυτούς κόλπους φιλοξενούνται οι περισσότερες μονάδες μυδοκαλλιεργειών που αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή παραγωγής καλλιεργούμενων μυδιών της Ελλάδας.

Για τη διεξαγωγή αυτής της εργασίας, επιλέχθηκαν τρεις σταθμοί μελέτης και διενεργήθηκαν 12 μηνιαίες δειγματοληψίες στην περίοδο Μάιος 2004 – Απρίλιος 2005. Σε κάθε δειγματοληψία λαμβάνονταν το βιολογικό υλικό (δείγμα), από τρεις αρμαθίες ανά πλωτή μονάδα και από τέσσερις θέσεις των 10 cm στην κάθε αρμαθιά. Παράλληλα, καταγράφηκε η θερμοκρασία νερού καθώς μετεωρολογικά και διαχειριστικά στοιχεία.

Στο εργαστήριο, έγινε διαλογή του γόνου από τα ενήλικα μύδια με τη βοήθεια κόσκινων κοκκομετρίας (500 μm, 1,40 mm, 2,00 mm και 4,00 mm), ακολούθησε επιμέρους διαχωρισμός του γόνου σε 10 κλάσεις μεγέθους (0,36- 1,35- 2,41- 4,25- 7,83- 12,50- 17,50- 20,00- 22,00- 24,00-26,00 mm). Η πυκνότητα του γόνου μετρήθηκε σε όλο το δείγμα ή σε υποδείγματα μετά από σχετικές αναγωγές, για τα πυκνά δείγματα. Στα ενήλικα μύδια απομακρύνθηκαν τυχόν επιβιότες (πολύχαιτοι, ασκίδια κ.ά.), αφαιρέθηκε το ενδοκελυφικό υγρό τους και ο βύσσος των μυδιών, μετρήθηκε το μήκος (cm) και έγινε ζύγιση υγρών και ξηρών βαρών (μετά από ξήρανση σε κλίβανο για 24 h στους 120 °C) με τη χρήση ζυγού ακριβείας 0,001g. Το μήκος γόνου και ενηλίκων μυδιών μετρήθηκε με παχύμετρο ακριβείας 0,01 cm.

Σύμφωνα με τα δεδομένα των μετρήσεων και της στατιστικής επεξεργασίας προκύπτει ότι: ο γόνος εγκαθίσταται από το μήνα Φεβρουάριο έως και το μήνα Ιούλιο και έχει μέγιστη παρουσία το Μάιο. Παρατηρείται απουσία του γόνου από όλους τους σταθμούς τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Ο γόνος, εμφανίζεται περιστασιακά το υπόλοιπο της διαχειριστική περιόδου σε μικρές ποσότητες και μεσαία μεγέθη (11,70- 22,10 mm). Η μέση πυκνότητα του γόνου μεγέθους  $\leq 6,50$  mm πάνω στις αρμαθίες κυμάνθηκε από 15.000 – 45.000 άτομα/ m αρμαθιάς το Μάιο (που παρατηρείται η μεγαλύτερη παρουσία γόνου πάνω στις αρμαθίες), με μέσο όρο τα 29.000 άτομα/ m αρμαθιάς.

Παρόλη την ποσότητα του γόνου που εγκαθίσταται πάνω στις αρμαθιές, ο γόνος αυτός δεν χρησιμοποιείται. Η μεγαλύτερη ποσότητα γόνου συλλέχθηκε από το σταθμό 3 (52,0 %) που βρίσκεται Νοτιοανατολικά του Λουδία, ακολουθεί ο σταθμός 2 (30,6 %) που είναι κεντρικός σταθμός και με λιγότερο γόνο βρέθηκε ο σταθμός 1 (17,4 %) στην αρχή του κόλπου. Η ποσότητα εγκατάστασης του γόνου φαίνεται να είναι συνάρτηση του μοντέλου του υδροδυναμισμού, της ύπαρξης ή μη των μονάδων και των διαχειριστικών πρακτικών των καλλιεργητών.

Η τοποθέτηση συλλεκτών του γόνου γίνεται τον Ιανουάριο, η εγκατάσταση του γόνου σε αρμαθιές και γονοσυλλέκτες λαμβάνει χώρα το Φεβρουάριο. Ο γόνος, τοποθετείται από τους μυδοκαλλιεργητές στις αρμαθιές τον Ιούνιο, για την έναρξη της νέας καλλιεργητικής περιόδου και με την πάροδο 10 – 11 μηνών από την τοποθέτηση γόνου σε αρμαθιές το προϊόν διατίθεται προς πώληση.

Ο δείκτης ευρωστίας (CI%) (μέσες τιμές) των ενήλικων μυδιών της περιοχής εμφανίζεται ιδιαίτερα χαμηλός (< 50 %), συγκρινόμενος με γειτονικές περιοχές. Πλησιάζει το 50 % το χειμώνα και την άνοιξη και μόνο για μικρή διάρκεια, αλλά δεν την ξεπερνά ποτέ. Οι αραιώσεις των μυδιών γίνονται 4 -5 φορές σε διαχειριστικό έτος. Ο χαμηλός CI % σε συνδυασμό με τις πολλές αραιώσεις μπορεί να δικαιολογούν τη χαμηλή ποιότητα των μυδιών της περιοχής και τη συνεχή μείωσή της με την πάροδο του χρόνου, συγκριτικά με παρόμοιες μελέτες που έγιναν στο παρελθόν στην περιοχή.

Τα μύδια αναπτύσσονται καλύτερα, συνήθως κοντά στην επιφάνεια (4 m) παρά σε βαθύτερα νερά (7 m).

## Summary

The present study focuses on the estimation of the mussel culture productivity and of the dynamic spat settlement pattern on the mussel's socks of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, which is grown on long lines units in the aquaculture area situated at the NW of Thermaikos Bay – Greece, in the mouth of Loudias river.

Thermaikos Bay and bay of Thessaloniki are the most important marine areas in Greece regarding the development of mussel culture.

These areas host the majority of mussel culture units, constituting the largest source of cultured mussel production in Greece.

The survey included monthly measurements and sampling from 3 stations, that are mussel units, during May 2004 - April 2005. The biological material (mussel samples) comes from three socks per unit and from four positions of 10 cm per sock. At the same time, measurements such as seawater temperature, meteorological and management data were also recorded.

In the laboratory, mussel samples were fractionated into mussel and spat. Spat was also fractionated into 10 classes of length at first using of sieves with a mesh of 500 µm-1,40 mm- 2,00 mm- 4,00 mm and then using a vernier caliper of accuracy 0,01cm, corresponding to average spat length of 0,36- 1,35- 2,41- 4,25- 7,83- 12,50- 17,50- 20,00- 22,00- 24,00-26,00 mm. The density of each spat fractionation measured and for the dense samples, volume subsamples were used. Length and weights (wet and dry) of mussel were recorded. According to the data, the spat recruitment is appeared on mussel's socks mainly from February until July, with highest density in May. There is a spat absence from September to October, while a few spat individuals are present during the rest period. The medium density range of spat in the period of settlement is from 15.000 - 45.000 individuals/meter of sock with a mean of 29.000 individuals/m of sock.

Despite of the great presents of mussel spat socks, mussel cultivators do not use it. They prefer to collect their spat from collectors. More spat was (52,0 %) collected by station **3**, in Southern of mussel stations. Follows station **2** (30,6 %), in the center, internally the units and less spat (17,4 %) was collected by station 1 Northern side. It appears that, the quantity of settled spat is affected by the existence or not units and the practices of cultivators.

The placement of the spat collectors and the spat settlement on mussel's socks take place in January and February correspondingly. The mussel cultivators

place mussel spat in socks in June, for the beginning of the new growing period and after 10 – 11 months, they harvest.

Condition Index (CI%) of mussels at this area is extremely low (< 50 %) most of the year time, in comparison with CI% of neighbouring mussel culture areas. CI% gets close to 50 % in winter and spring, only for a short time. In Loudias, 4-5 thinning is applied during a production period. The CI% low values and the thinning's number may be the reason of the lower mussel quality in comparison to the other mussels production areas.

The mussels are grown better, usually near the (sea) surface (4 m) than in deeper (7 m).

Περίληψη  
Summary

Πρόλογος

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή .....	4
1.1 Οικολογία και φυσιολογία του <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....	4
1.1.1 Εκτρεφόμενα είδη μυδιών .....	4
1.1.2 <i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamarck, 1819 .....	5
1.1.3 Μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά του μυδιού .....	6
1.1.4 Αναλογία φύλλων (sex ratio) .....	7
1.1.5 Γονιμότητα .....	7
1.1.6 Αναπαραγωγική περίοδος .....	8
1.1.7 Μεροπλαγκτική ζωή .....	9
1.1.8 Εγκατάσταση γόνου .....	9
1.1.9 Συλλογή- Αξία- Χρήση του γόνου .....	10
1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη – αύξηση .....	10
Φώς .....	11
Θερμοκρασία .....	11
Αλατότητα .....	11
Υδροδυναμισμός .....	12
Τροφή .....	12
Βιολογικός κύκλος .....	13
Ανταγωνισμός- θήρευση .....	13
Διαχείριση .....	14
1.2.1 Θρεπτική Αξία .....	15
1.2.2 Ασφάλεια-Ποιότητα-Προβλήματα .....	15
1.2.3 Θέσεις με φυσικούς πληθυσμούς .....	15
1.3 Μυδοκαλλιέργειες .....	16
1.3.1 Συστήματα εκτροφής μυδιών .....	16
Καλλιέργεια βυθού .....	16
Καλλιέργεια στη στήλη του νερού .....	17
Πασσαλωτό σύστημα καλλιέργειας (pole) .....	17
Σύστημα καλλιέργειας με πλωτές σχεδίες (raft) .....	17
Σύστημα καλλιέργειας μακριάς γραμμής (longline) .....	17
1.3.2 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στον Κόσμο .....	18

1.3.3 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στην Ελλάδα .....	18
1.3.4 Παραγωγή μυδιών στην Ελλάδα .....	20
1.4 Θαλάσσιο περιβάλλον κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού .....	21
1.4.1 Γεωμορφολογία .....	21
1.4.2 Κλίμα Θεσσαλονίκης .....	22
1.4.3 Φυσικοχημικές παράμετροι του νερού .....	22
1.4.4 Σκοπός και Στόχος .....	23
Κεφάλαιο 2. Μέθοδοι και Υλικά .....	25
2.1 Περιοχή μελέτης .....	25
2.1.1 Διάρκεια μελέτης .....	26
2.1.2 Διαδικασία δειγματοληψίας .....	28
2.2 Παράμετροι δειγματοληψίας .....	28
2.2.1 Μετεωρολογικά στοιχεία .....	28
2.2.2 Διαχειριστικά στοιχεία .....	29
2.3 Εργαστήριο .....	30
2.3.1 Διαλογή - Επεξεργασία μυδιών και γόνου στο εργαστήριο .....	30
Χειρισμός γόνου .....	31
Χειρισμός ενήλικων μυδιών .....	31
2.3.2 Επεξεργασία των στοιχείων .....	32
Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα .....	33
3.1 Γόνος μυδιών .....	33
Παράμετροι γόνου ανά σταθμό .....	34
Παράμετροι γόνου σχετικά με το βάθος .....	35
Πυκνότητα του γόνου στους σταθμούς μελέτης .....	36
Παρουσία του γόνου χωροχρονικά .....	36
Χρονική μεταβολή μήκους του γόνου .....	37
Παρουσία των κλάσεων μήκους του γόνου χωροχρονικά .....	38
Χρονική μεταβολή μέσου μήκους του γόνου σε σχέση με το βάθος .....	40
Χρονική μεταβολή μέσου υγρού βάρους σε σχέση με το βάθος .....	41
Χρονική μεταβολή μέσου ξηρού βάρους σε σχέση με το βάθος .....	42
Συσχέτιση ολικού υγρού βάρους (g) – ολικού ξηρού βάρους (g) .....	43
Συσχέτιση ολικού υγρού βάρους (g) – μήκους (cm) .....	44
3.2 Ενήλικα μύδια .....	45
Μύδια > 2,6 cm .....	45
Μέσο μήκος (cm) των μυδιών σχετικά με το βάθος .....	46



Χρονική μεταβολή μέσου μήκους των μυδιών .....	47
Ανάλυση συχνότητας μέσου μήκους .....	48
Ανάλυση συχνότητας μήκους χρονικά .....	49
Μέσο ολικό υγρό βάρος σε σχέση με το βάθος .....	51
Μεταβολή υγρών βαρών σώματος και θυρίδων σε σχέση με το βάθος .....	51
Μεταβολή ξηρών βαρών σε σχέση με το βάθος .....	52
Μεταβολή ολικού υγρού βάρους χρονικά .....	53
Χρονική μεταβολή υγρών βαρών σώματος και θυρίδων .....	54
Μεταβολή ξηρών βαρών χρονικά .....	55
Μεταβολή με το βάθος του δείκτη ευρωστίας υγρού και ξηρού βάρους CI% (ww και dw) .....	56
Χρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας υγρού βάρους CI% (ww) .....	58
Χρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας ξηρού βάρους CI% (dw) .....	59
Ρυθμός Αύξησης των μυδιών .....	60
Χρονική μεταβολή του ρυθμού αύξησης των μυδιών .....	61
Κεφάλαιο 4. Συζήτηση .....	62
4.1 Γόνος .....	62
Βιολογικός κύκλος .....	62
Μεταβολή των παραμέτρων του γόνου .....	67
4.2 Ενήλικα .....	69
Διαχειριστική τακτική στο Λουδία .....	69
Διαφορές διαχείρισης μεταξύ Λουδία – Χαλάστρας .....	71
Ανάπτυξη και ποιότητα των μυδιών στο Λουδία .....	72
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα .....	73
6. Βιβλιογραφία .....	75

## **Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή**

Η παρούσα μελέτη διεξήχθη στο Βορειοδυτικό Θερμαϊκό κόλπο στις εκβολές του ποταμού Λουδία, με σκοπό την καταγραφή της παραγωγικότητας των πλωτών μυδοκαλλιεργειών της περιοχής.

Οι κόλποι της Θεσσαλονίκης και του Θερμαϊκού αποτελούν τις πιο σημαντικές θαλάσσιες περιοχές της Ελλάδας για την ανάπτυξη της μυδοκαλλιέργειας. Μεγάλα τμήματα των κόλπων αυτών εντάσσονται στις υγροτοπικές περιοχές που προστατεύονται από την εθνική/κοινοτική νομοθεσία (NATURA 2000, Συνθήκη Ramsar).

Στους δύο προαναφερόμενους κόλπους φιλοξενούνται οι περισσότερες μονάδες μυδοκαλλιεργειών που αποτελούν και τη μεγαλύτερη πηγή παραγωγής καλλιεργούμενων μυδιών της Ελλάδας. Η μυδοκαλλιέργεια στους κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού είναι μια εξελισσόμενη δυναμική δραστηριότητα που προσφέρει κοινωνικά (εργασία), οικονομικά (συνάλλαγμα) και εθνικά (εξαγωγές, συνεργασίες), παρέχει δε απασχόληση σε περισσότερα από 2.500 άτομα, χωρίς σε αυτά να περιλαμβάνεται ο αριθμός εκείνων που εργάζονται σε συναφείς εργασίες όπως π.χ. στα 36 αποφλοιωτήρια μυδιών (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007b).

### **1.1 Οικολογία και φυσιολογία του *Mytilus galloprovincialis***

#### **1.1.1 Εκτρεφόμενα είδη μυδιών**

Εμπορικά είδη που εκτρέφονται στον κόσμο είναι: Το κοινό ή μπλε μύδι *Mytilus edulis*, το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis*, κάποια είδη τροπικά, υποτροπικά του γένους *Perna* όπως το *P. viridis* στην Ινδία και Άπω Ανατολή (Ινδονησία, Μαλαισία, Φιλιππίνες, Σιγκαπούρη, Ταϊλάνδη), *P. canaliculus* στη Ν. Ζηλανδία και το είδος *P. perna* σε Βενεζουέλα, Εκουαδόρ, Βραζιλία, Ν. Αφρική (Spencer, 2002). Επίσης τα είδη *Mytilus chilensis* στην Χιλή, *M. smaragdinus* Ταϊλάνδη και Φιλιππίνες, το *M. planatulus* στην Αυστραλία, *M. coruscus* στην Κορέα (FAO, 1999).

### 1.1.2 *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819

Τα είδη του γένους *Mytilus* αποτελούν τα πιο κοινά θαλάσσια δίθυρα μαλάκια και συμβάλλουν σημαντικά στη λειτουργία των παράκτιων οικοσυστημάτων. Η θρεπτική αξία και ο γρήγορος ρυθμός αύξησής τους, τα καθιστούν πολύ καλούς οργανισμούς για καλλιέργεια (Gosling, 1992). Το δίθυρο μαλάκιο *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819 γνωστό ως «Μεσογειακό μύδι» είναι το όστρακο με τη μεγαλύτερη παραγωγή στην Ελλάδα (Εικ. 1.1). Η συστηματική κατάταξη του είδους είναι η εξής:

ΦΥΛΟ: Mollusca

ΚΛΑΣΗ: Bivalvia

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ: Mytilidae

ΓΕΝΟΣ: *Mytilus*

ΕΙΔΟΣ: *Mytilus galloprovincialis*



Εικ. 1.1. Το Μεσογειακό μύδι *Mytilus galloprovincialis*.

### 1.1.3 Μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά του μυδιού

Το όστρακό του είναι επίμηκες, γενικά τριγωνικό, υποτριγωνικό και αποστρογγυλεμένο στο πίσω άκρο του.

Το μέγεθος του μυδιού φθάνει ή και ξεπερνάει τα 15 cm, η ηλικία ξεπερνά τα 20 έτη (ΑΠΘ, 2000), ενώ το εμπορεύσιμο μέγεθος είναι μεγαλύτερο των 5 cm (ΠΔ. 86/1998 όπως τροποποιήθηκε από το ΠΔ. 227/2003). Το σώμα του *M. galloprovincialis* περικλείεται στο όστρακο και έχει δίλοβο μανδύα. Ο μανδύας εξωτερικά είναι προσκολλημένος στο εσωτερικό των θυρίδων του οστράκου (Εικ. 2.2). Στο μανδύα βρίσκονται και οι γονάδες, που φέρουν το γεννητικό υλικό. Φέρει δύο ζεύγη βραγχίων, που είναι τα όργανα αναπνοής των μυδιών και εξυπηρετούν στην τροφοληψία, διότι συμβάλουν στο διαχωρισμό των κατάλληλων, από άποψη μεγέθους μεριδίων τροφής, προωθώντας τα στο στόμα. Επίσης υπάρχει το πόδι με το βύσσο που βρίσκονται στην κοιλιακή περιοχή (Gosling, 2003).

Το μύδι είναι αιωρηματοφάγος οργανισμός, και τρέφεται διηθώντας το θαλασσίνο νερό με ταχύτητα ανάλογη του μεγέθους του και της θερμοκρασίας του νερού, συγκρατώντας έτσι τα κατάλληλα μερίδια τροφής, διαστάσεων που κυμαίνονται από 1-25 μm, αποβάλλοντας τα υπόλοιπα ως ψευδοκόπρανα (Gosling, 1992).

Τα μύδια γενικά, έχουν μεγάλη ικανότητα διήθησης νερού. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένα μύδι *M. edulis* 7 cm φιλτράρει κατά μέσο όρο περίπου 110 l νερού το εικοσιτετράωρο (Walne, 1979).



Εικ. 2. 2. Το εσωτερικό του Μεσογειακού μυδιού *Mytilus galloprovincialis*.

Συναντάται σε ρηχά νερά (ως 10 m) όπου υπάρχουν οι καταλληλότερες περιβαλλοντικές συνθήκες για τη διαβίωσή του (Seed & Suchanek, 1992).

Σε ιδανικές συνθήκες, το μήκος του μυδιού μπορεί να ξεπεράσει τα 10-13 cm, αλλά όταν οι συνθήκες δεν ευνοούν, το μέγεθός του δεν ξεπερνά τα 2-3 cm ακόμη και σε ηλικία 15 – 20 ετών (Seed, 1976 από Gosling, 2003).

#### **1.1.4 Αναλογία φύλων (sex ratio)**

Το μύδι είναι γονοχωριστικό είδος με αναλογία φύλων 1:1 στους περισσότερους φυσικούς πληθυσμούς, αν και το φύλο δεν διακρίνεται παρά μόνο όταν υπάρχει γενετική ωριμότητα (Seed 1976, Sunila & Lindstorm 1981, Kautsky 1982a, Brousseau 1983, Sprung 1983 από Seed & Suchanek, 1992). Το μεν αρσενικό φέρει υπόλευκους γεννητικούς αδένες ενώ το θηλυκό αντίστοιχους πορτοκαλόχρωμους (Seed & Suchanek, 1992).

Παράγοντες που επηρεάζουν την αναλογία φύλων στα δίθυρα πιστεύεται ότι είναι (Gosling, 1992):

- Η ποσότητα της διαθέσιμης τροφής
- Η αυξημένη θνησιμότητα ενός από τα δύο φύλα
- Ο γεωγραφικός αποκλεισμός των πληθυσμών

#### **1.1.5 Γονιμότητα**

Η γονιμότητά του μυδιού είναι μεγάλη. Ένα θηλυκό *M. edulis* μήκους 7 cm μπορεί να παράγει  $7-8 \times 10^6$  αυγά σε μια ωοτοκία ενώ μεγαλύτερα σε μέγεθος μύδια μπορούν να παράγουν  $40 \times 10^6$ . Επίσης, η γονιμότητα δεν είναι σταθερή από χρονιά σε χρονιά υποδεικνύοντας ότι εξαρτάται από την διαθέσιμη τροφή και την ενέργεια που ενσωματώθηκε στην δημιουργία του γεννητικού υλικού (Thompson, 1979). Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, όπως ο Lubet (1983) και τα δύο είδη *M. edulis* και *M. galloprovincialis*, ελευθερώνουν  $10-15 \times 10^6$  αυγά.

### **1.1.6 Αναπαραγωγική περίοδος**

Η περίοδος αναπαραγωγής για ένα εμπορικό είδος, όπως το μύδι, ενδιαφέρει όχι μόνο για την δυναμική του πληθυσμού, αλλά και για την διαχείριση της καλλιέργειας (συγκομιδή γόνου και τοποθέτηση συλλεκτών). Είναι γνωστό ότι, την περίοδο μετά την απελευθέρωση του γενετικού υλικού υποβαθμίζεται εμπορικά η ποιότητα του μυδιού, με τη μείωση του σωματικού του βάρους και πρέπει να ρυθμίζεται ανάλογα ο χρόνος συγκομιδής.

Η ηλικία πρώτης αναπαραγωγής είναι το πρώτο έτος της ζωής του, σε μέγεθος που ποικίλει ανάλογα με την περιοχή προέλευσης (Seed & Suchanek, 1992).

Η αναπαραγωγική στρατηγική του *M. edulis* μπορεί να είναι συντηρητική ή ευκαιριακή και μπορεί να ρυθμίζει την δραστηριότητα ανάλογα με το περιβάλλον (Lowe *et al.* 1982, Rodhouse *et al.* 1984). Όταν ακολουθεί τη συντηρητική στρατηγική, γεννά στην αρχή της Άνοιξης για να δώσει την ευκαιρία στις προνύμφες να τραφούν κατά την άνθηση του φυτοπλακτού, καταναλώνοντας την ενέργεια που συσώρευσαν το καλοκαίρι και το φθινόπωρο για την γαμετογένεση. Μερικοί πληθυσμοί σε ευνοϊκές συνθήκες ακολουθούν ευκαιριακές γέννες, που αντλούν τα ενεργειακά αποθέματα κατά την διάρκεια της γαμετογένεσης. Ακόμα, υπάρχουν πληθυσμοί που κάτω από εξαιρετικά ευνοϊκές συνθήκες ακολουθούν καθαρά ευκαιριακή στρατηγική (Rodhouse *et al.*, 1984).

Η αναπαραγωγική περίοδος διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Για παράδειγμα, το είδος *M. galloprovincialis* στις ακτές της Βόρειας Ισπανίας (Ατλαντικός), τα μέγιστα της ωοτοκίας του παρατηρούνται άνοιξη και αρχές καλοκαιριού. Το πρώτο μέγιστο μεταξύ Μαρτίου και Απριλίου και το δεύτερο μεταξύ Μαΐου και Ιουνίου (Ferran *et al.* 1990, Villalda 1993). Μετά τον Ιούνιο λίγα μύδια εμφανίζουν μια τρίτη και λιγότερο σημαντική ωοτοκία (Fuentes *et al.*, 1993).

Στη Βόρεια Αδριατική το μύδι αναπαράγεται όλο το χρόνο. Η έναρξη της ωοτοκίας τοποθετείται μεταξύ Οκτωβρίου-Νοεμβρίου με μέγιστη δραστηριότητα Δεκέμβριο – Ιανουάριο – Φεβρουάριο (Mackie, 1984).

Στην περιοχή Vela Draga (Γιουγκοσλαβία) η περίοδος αναπαραγωγής τοποθετείται στις αρχές του Φθινοπώρου, αλλά με την απότομη πτώση της θερμοκρασίας μπορεί να αρχίσει και από το τέλος Αυγούστου.

Στο Βόρειο Ευβοϊκό Κόλπο (Κυπαρίσσι), η αναπαραγωγική περίοδος διαρκεί επίσης σχεδόν όλο τον χρόνο με ένταση το χειμώνα (Ιανουάριο) (Metaxatos, 1988 από Γαληνού- Μητσούδη, 2003).

Στον Μαλιακό κόλπο τα μύδια αρχίζουν να απελευθερώνουν γεννητικό υλικό στις αρχές Νοεμβρίου-Ιανουαρίου, ενώ ο γόνος αρχίζει να εγκαθίσταται (αρχική εγκατάσταση) δύο μήνες αργότερα και διαρκεί για άλλους τρεις μήνες, μέχρι το τέλος Ιουνίου (Theodorou *et al.*, 2006a, b).

Στην περιοχή των κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού, παρατηρείται μεγάλης έντασης ωτοκία τέλος φθινοπώρου αρχές χειμώνα (ΕΚΘΕ, 2001), με την απελευθέρωση του γενετικού υλικού στο νερό.

Η θερμοκρασία είναι μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους που καθορίζουν την έναρξη της ωτοκίας. Αρκετές ωτοκίες διαφόρων εντάσεων εξαρτώνται από την θερμοκρασία νερού και έχει επιρροή στην εμφάνιση μυδιών ανάμεσα στο πλαγκτόν και στην ένταση της εγκατάστασής τους. Έτσι η αύξηση της θερμοκρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες περίπου στους 20 °C σημαίνει την ολοκλήρωση του αναπαραγωγικού τους κύκλου (Hrs Brenco, 1973). Την απελευθέρωση του γεννητικού υλικού ακολουθεί η γονιμοποίηση που διενεργείται στη θάλασσα και ο χρόνος επώασης είναι ανάλογος με τη θερμοκρασία του νερού. Στις υψηλές θερμοκρασίες διαρκεί λιγότερο χρόνο ενώ στις χαμηλές περισσότερο.

### **1.1.7 Μεροπλαγκτική ζωή**

Με τη γονιμοποίηση αρχίζει η μεροπλαγκτική ζωή του μυδιού, η οποία θα περάσει από τα διάφορα οντογενετικά στάδια (Seed & Suchanek, 1992). Οι προνυμφικές και νυμφικές μορφές (μικρά μυδάκια με διάφανο όστρακο κιτρινωπού χρώματος) ανήκουν στο ζωοπλαγκτό μέχρι να φθάσουν τα 0,25 mm μήκος οπότε αναζητούν υπόστρωμα εγκατάστασης και μεταμορφώνονται σε γόνο (μικρά μυδάκια με το χαρακτηριστικό μελανό χρώμα τους) (Hrs Brenco 1973).

### **1.1.8 Εγκατάσταση του γόνου**

Οι νύμφες κατά την κάθοδό τους στο βυθό, συναντούν φύκη και άλλους υδρόβιους οργανισμούς στους οποίους μπορεί να προσκολλώνται με το βύσσο τους. Εάν το υπόστρωμα είναι κατάλληλο, η προνύμφη προσκολλάται με τα νήματα βύσσου και μεταμορφώνεται στη νεανική μορφή που ονομάζεται γόνος (αρχική εγκατάσταση) (Γαληνού-Μητσούδη, 2003). Σε περίπτωση που δεν είναι κατάλληλο το υπόστρωμα, τότε χρησιμοποιεί το πόδι (μετακινείται) για την ανεύρεση άλλου υποστρώματος. Η προσκόλληση με το βύσσο στο υπόστρωμα, δηλώνει το τέλος της

πελαγικής ζωής και την έναρξη της μεταμόρφωσης που διαρκεί 24-72 h. (Bayne 1965, 1976b από Gosling, 1992).

### **1.1.9 Συλλογή- Αξία- Χρήση του γόνου**

Ως γόνος μυδιού θεωρείται εκείνο το μύδι που είναι μικρότερο από 2 cm. Στην Ισπανία, που είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός χώρα μυδιών και παράγει με την μέθοδο της σχεδίας το είδος *Mytilus galloprovincialis* στην βορειοδυτική ακτή (Vigo, Arosa), το 70% του γόνου συλλέγεται από τις βραχώδεις ακτές τον Νοέμβριο έως Μάρτιο και το 30% από τους συλλεκτήρες το Μάρτιο έως Απρίλιο. Το μέγεθος του γόνου είναι 6-8 mm. Η μέση πυκνότητα του γόνου είναι 1,5-1,7 kg για κάθε μέτρο σχοινού. Πέντε με έξι μήνες μετά την τοποθέτηση του γόνου σε αρμαθιές και όταν το μήκος του οστράκου είναι 4-5 cm, γίνεται η 1<sup>η</sup> αραίωση-διαλογή και ακολουθεί μια δεύτερη διαλογή πριν την συγκομιδή (Gosling, 2003).

Οι καλλιεργητές για να συλλέξουν την απαραίτητη ποσότητα γόνου που θα τοποθετηθεί στις μονάδες μυδοκαλλιέργειας χρησιμοποιούν συνήθως τρεις μεθόδους:

- α) αφαίρεση του γόνου από βραχώδεις περιοχές,
- β) την υποδομή του μυδοτροφείου (μάνες, βαρέλια, αρμαθιές) και
- γ) από συλλεκτήρες που τοποθετήθηκαν από τον καλλιεργητή.

Ο γόνος που θα συλλεχθεί θα πρέπει να είναι καθαρός και να είναι κατά μέσο όρο 2 cm (Fuentes & Molares, 1993).

Στο ΒΔ Θερμαϊκό κόλπο οι συλλεκτήρες γόνου τοποθετούνται αρχές της χειμερινής περιόδου, τους μήνες Νοέμβριο, Δεκέμβριο και Ιανουάριο. Η τοποθέτηση του γόνου (μύδι > 2, 00 cm) γίνεται το μήνα Ιούνιο (πληροφορίες από καλλιεργητές του κόλπου) (Τσουτσούλη, 2008).

### **1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη – αύξηση**

Η απόδοση μιας μονάδας συναρτάται άμεσα από τη διάταξη και την έκταση της εγκατάστασης, την τοπογραφία και το ανάγλυφο της θαλάσσιας ζώνης, σε άμεση βέβαια συσχέτιση με τις επικρατούσες υδροδυναμικές, τροφικές και ιζηματολογικές συνθήκες στην περιοχή, καθώς επίσης και με τις φυσικοχημικές και βιολογικές παραμέτρους του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007a). Άλλοι παράγοντες που μειώνουν όμως την ανάπτυξη, είναι η χαμηλή συγκέντρωση O<sub>2</sub>, η άνθηση



τοξικού φυτοπλαγκτού, η παρουσία παρασίτων, οι χειρισμοί, οι θηρευτές και ο ενδοειδικός ανταγωνισμός (Gosling, 2003).

### **Φως**

Το φως επηρεάζει αρνητικά την αύξηση του μυδιού. Βρέθηκε ότι το σκοτάδι ευνοεί την κατά μήκος αύξησή του κατά 10 – 25 % (Stomgeren & Nielsen, 1985).

### **Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία θεωρείται σημαντικός παράγοντας της ανάπτυξης των μυδιών. Όπως έδειξαν οι Almada- Villela *et al.* (1982) το είδος *Mytilus edulis* μεταξύ 3-20 °C έχει γραμμική ανάπτυξη που αυξάνεται λογαριθμικά, ενώ πάνω από 20 °C μειώνεται απότομα και στο εύρος 3-5 °C υπάρχει μικρή ανάπτυξη. Η διακύμανση της θερμοκρασίας δεν φαίνεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις όταν βρίσκεται στο εύρος φυσιολογίας του και αυτό δείχνει ένα οργανισμό που μπορεί να προσαρμόζεται σε ευμετάβλητο περιβάλλον. Όμως ο ρυθμός ανάπτυξης δεν είναι σταθερός και αυτό σημαίνει ότι και άλλοι παράγοντες (π.χ. η τροφή) συμμετέχουν (Wilson, 1977, Thompson, 1984). Στη Σουηδία οι Loo & Rosenberg, (1983) βρήκαν ότι θερμοκρασίες < 5 °C δεν φαίνεται να περιορίζουν την ανάπτυξη όταν συνδυάζονται με άνθηση του φυτοπλαγκτού. Μελέτες στην φυσιολογία του *Mytilus edulis* έδειξαν ότι σε θερμοκρασίες 10-20 °C η ανάπτυξη επηρεάζεται ελάχιστα (Bayne, 1976b).

Η ανάπτυξη των μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* στην βορειοδυτική ακτή της Ισπανίας (Galician) είναι μικρότερη το καλοκαίρι και μέγιστη τον χειμώνα. Αυτό το παράδοξο οφείλεται προφανώς στην έλλειψη φυτοπλαγκτού το καλοκαίρι λόγω στρωμάτωσης και όχι λόγω της θερμοκρασίας (Bardach *et al.*, 1972). Έτσι, ο γόνος που εγκαθίσταται την άνοιξη με αυτόν που εγκαθίσταται το φθινόπωρο έχουν το ίδιο περίπου μέγεθος στο τέλος του πρώτου χειμώνα.

### **Αλατότητα**

Η χαμηλή αλατότητα επηρεάζει δυσμενώς τα μύδια και σε ακραίες τιμές μπορεί να είναι θανατηφόρα. Παρόλα αυτά το *Mytilus edulis* επιβιώνει ακόμα και σε αλατότητες 4-5 ‰ (Kautsky *et al.*, 1990). Τα μύδια προσαρμόζονται σταδιακά στα διαφορετικής αλατότητας περιβάλλοντα (Bohle, 1972), αλλά όταν οι αλλαγές είναι απότομες και για μικρό χρονικό διάστημα, απομονώνουν το σώμα τους από το περιβάλλον κλείνοντας το όστρακο και διατηρούν την οσμωτική συγκέντρωση του

υγρού εντός του μανδύα (Davenport 1979, Aunaas *et al.* 1988). Όταν όμως κλείνουν τις θυρίδες, δεν τρέφονται.

### **Υδροδυναμισμός**

Η παραγωγικότητα μιας μυδοκαλλιέργειας, η ποιότητα των μυδιών, του θαλάσσιου νερού, αλλά και του βυθού κάτω από τις καλλιέργειες μυδιών συνδέονται άμεσα με την υδροδυναμική κατάσταση του πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται χωροθετημένο το όλο σύστημα της καλλιέργειας (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007a). Η έλλειψη τροφής ενδεχομένως να οφείλεται στην αλλαγή του εφοδιασμού της στα μύδια μέσω των ρευμάτων. Παρά την σπουδαιότητά τους τα ρεύματα έχουν τύχει μικρής προσοχής. Τα ρεύματα που έχουν καταγραφεί σε περιοχές καλλιέργειας είναι από 0,02 – 0,10 m s<sup>-1</sup> (Gosling, 1992). Σε περιοχές που αναπτύσσονται καλλιέργειες μυδιών θα έπρεπε να υπάρχουν ρεύματα με ταχύτητα 1 ναυτικό μίλι/ ώρα δηλαδή 50 cm/s (Inglis *et al.*, 2000), αν και στην πράξη, μετρήθηκαν ρεύματα ταχύτητας από 2-8 cm/s (ΕΚΘΕ, 2001). Ο υψηλότερος υδροδυναμισμός επηρεάζει δυσμενώς την ανάπτυξη, από την άποψη ότι το μύδι σπαταλά ενέργεια για να κρατηθεί προσκολλημένο σε κάποιο υπόστρωμα, αναπτύσσοντας παχύτερο όστρακο και ισχυρότερο βύσσο (Γαληνού-Μητσούδη, 2003).

Η θέση εγκατάστασης μιας μονάδας είναι παράγοντας που συμβάλει στη διαφοροποίηση της ανάπτυξης λόγω των διαφορετικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών της. Στις καλλιέργειες στην ΒΔ Ισπανία οι σχεδίες που βρίσκονται πιο κοντά στο Ωκεανό παρουσιάζουν καλύτερη παραγωγή από εκείνες που είναι σε προστατευμένη θέση (Fuentes *et al.*, 2000).

### **Τροφή**

Η παραγωγή μιας μυδοκαλλιεργητικής περιοχής εξαρτάται από την ποσότητα του φυτοπλαγκτού και το ρυθμό που αυτό μεταφέρεται με την κίνηση του νερού προς τις μονάδες. Η ανάπτυξη και η ποιότητα των μυδιών επηρεάζεται από τη διακύμανση του ρυθμού πρόσληψης και αφομοίωσης της τροφής (Inglis *et al.*, 2000). Το ολικό αιωρούμενο υλικό (σηστό) περιέχει τροφή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα μύδια ανάλογα με την εποχή και το μέγεθός τους. Αυτό περιέχει βακτήρια, φυτοπλαγκτό, λεπτόκοκκο οργανικό και ανόργανο υλικό (Gosling, 1992).

Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού είναι η στρωμάτωση που δημιουργείται σε πολλές περιοχές κατά τους θερινούς μήνες και οδηγεί σε έλλειψη φυτοπλαγκτού, ενώ αντιθέτως τον χειμώνα που δεν υπάρχει

στρωμάτωση, η ανάπτυξη των μυδιών είναι μεγαλύτερη (Fuentes *et al.*, 2000). Κάτω από σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος η αλατότητα και η θερμοκρασία ασκεί λιγότερη επίδραση στην ενέργεια των μυδιών και η παροχή τροφής θεωρείται ο κυριότερος περιοριστικός παράγοντας στις καλλιέργειες μακριά από τον πυθμένα (Navarro *et al.* 1991, Perez-Camacho *et al.* 1991).

### **Βιολογικός κύκλος**

Στα μύδια το βάρος της σάρκας παρουσιάζει μέγιστες τιμές όταν οι γεννητικοί αδένες είναι γεμάτοι, δηλαδή πριν γεννήσουν. Έτσι στα εύκρατα κλίματα παρουσιάζεται αύξηση στο μήκος του κελύφους κατά την διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού και αύξηση του βάρους της σάρκας κατά την διάρκεια του χειμώνα (Kautsky, 1982b). Ο Lubet (1983) υποστηρίζει ότι όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 15-17 °C επιβραδύνεται ή σταματά ο αναπαραγωγικός κύκλος. Το βάρος της σάρκας αυξάνει μετά την χειμερινή και ανοιξιάτικη ωτοκία με την συσσώρευση γλυκογόνου στους ιστούς και αυτή η κατάσταση εκτείνεται μέχρι το φθινόπωρο. Η αύξηση του μήκους ακολουθεί γραμμική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής ανάπαυσης ενώ η ανάπτυξη σε βάρος καθορίζεται από την δραστηριότητα των γονάδων.

Ο βαθμός ευρωστίας των μυδιών μεταβάλλεται ανάλογα με το μέγεθος του σώματος (Baird, 1958), την εποχή (Mason 1976, Dix & Ferguson 1984, Rodhouse *et al.* 1984), τον βαθμό προσβολής από παράσιτα (Kent, 1979, Thiesen, 1987) και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος ιδιαίτερα την διαθεσιμότητα τροφής (Baird 1966, Seed 1980, Yamada 1989).

### **Ανταγωνισμός- θήρευση**

Οι μυδοκαλλιέργειες προσελκύουν θηρευτές (πουλιά, ψάρια, αστερίες, καβούρια κ.α.) και μπορεί να ενισχύουν την συγκέντρωση σε τέτοιο βαθμό που να δημιουργούν πρόβλημα στην παραγωγή (Pryor *et al.*, 1999 από Inglis *et al.*, 2000). Οι εγκαταστάσεις στις μυδοκαλλιέργειες και η ύπαρξη μυδιών σε τόσο πυκνά διαστήματα λειτουργεί σαν υπόστρωμα για την ανάπτυξη και διασπορά ενοχλητικών οργανισμών (ασκίδια, μακρόφυτα και άλλα είδη μυδιών) που κάθονται στην επιφάνεια των μυδιών, και μπορεί να φτάσουν το 67% της βιομάζας των μυδιών της καλλιέργειας (Tenore *et al.*, 1982).

Η ύπαρξη επιβιοτών (ασκίδια, πολύχαιτοι) όπως ο γόνος του μυδιού, αλλά και των ενδοβιοτών, λειτουργεί ανταγωνιστικά και κατασταλτικά στην

παραγωγικότητα της μυδοκαλλιέργειας. Επίσης, θηρευτές (γαστερόποδα, καβούρια και ψάρια) ή παράσιτα όπως είναι τα Trematoda και *Odostomia* (Seed & Suchanek 1992, ΕΚΘΕ 2001), επιτείνουν τα προβλήματα.

### **Ρύπανση**

Η ανάπτυξη της σάρκας των μυδιών επηρεάζεται αρνητικά από την ρύπανση, αλλά εξαρτάται από τον ρυπογόνο παράγοντα. Οι Widdows *et al.* (1997) εντόπισαν αρνητική σχέση μεταξύ της ανάπτυξης και της συγκέντρωσης των πετρελαϊκών υδατανθράκων PCBs, DDT και HCH στην σάρκα των οστράκων. Καμιά συσχέτιση δεν βρήκαν ανάμεσα στην ανάπτυξη και την συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στη σάρκα. Συχνά υπάρχουν συνεργατικά αποτελέσματα στην ακόμη μεγαλύτερη μείωση της ανάπτυξης ενώ η επιρροή στα ενήλικα είναι σαφώς μεγαλύτερη από ότι στις νύμφες.

### **Διαχείριση**

Η σχέση ανάπτυξης-πυκνότητας ακολουθεί το πρότυπο του κάθε είδους στην φύση και διαφέρει από είδος σε είδος. Το είδος *Mytilus galloprovincialis* εγκαθίσταται σε φυσικούς πληθυσμούς δημιουργώντας πολλές στρώσεις (Schurink & Griffiths, 1993). Ο γόνος που συγκεντρώνεται σε εγκατεστημένα μύδια ηλικίας ενός έτους έχει την μισή ανάπτυξη από τον γόνο που εγκαθίσταται σε γυμνό βραχώδες υπόστρωμα (Seed, 1969).

Στις περιοχές μυδοκαλλιέργειας, οι εγκαταστάσεις ποικίλουν ως προς τη θέση, το μέγεθος και την απόσταση των μονάδων μεταξύ τους, το μήκος και την απόσταση των πλωτών γραμμών μεταξύ τους και μεταξύ των αρμαθιών, στοιχεία που είναι πολύ σημαντικά για την ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής αλλά και την ποιότητα του περιβάλλοντος των μυδοκαλλιεργειών τόσο στη στήλη του νερού, όσο και στο βυθό (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007a). Σε ότι αφορά στις καλλιέργειες τύπου long-line, η μεταβολή της απόστασης ανάμεσα στις αρμαθίες και τον αριθμό των σχοινιών ανάρτησης σε μια συγκεκριμένη περιοχή, επιδρά στην ανάπτυξη των μυδιών της περιοχής αυτής (Rosenberg & Loo, 1983).

Η πυκνότητα μπορεί να προκαλέσει την έλλειψη τροφής και η διαχείριση αυτού του παράγοντα από τον παραγωγό, μπορεί να αυξήσει την παραγωγή του. Η πυκνότητα των εγκαταστάσεων εφόσον αυτή είναι μεγάλη, επηρεάζει την ανάπτυξη και επιμηκύνει τον χρόνο που χρειάζεται η παραγωγή να φτάσει σε εμπορεύσιμο

μέγεθος (Fuentes *et al.*, 2000). Η πυκνότητα εκτροφής μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης σε κάποια είδη όπως το *M. edulis*.

### **1.2.1 Θρεπτική Αξία**

Στην σάρκα των μυδιών υπάρχει μεγάλη αναλογία πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, πλήθος βιταμινών και ιχνοστοιχείων όπου ο σίδηρος έχει πρωτεύουσα θέση. Η λιποπεριεκτικότητα των νωπών μυδιών είναι 1,5 -1,8 % και το 40,8 % αυτών είναι πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Holland *et al.* 1993, Βαρελτζής 1999).

### **1.2.2 Ασφάλεια-Ποιότητα-Προβλήματα**

Τα μύδια μέσω της διατροφής τους, αφομοιώνουν ή και συσσωρεύουν ουσίες που βρίσκονται στο περιβάλλον τους και σε συνδυασμό με το ότι καταναλώνονται πολλές φορές ωμά ή ελαφρώς μαγειρεμένα, γίνονται δυνητικά φορείς ασθενειών ή επιβλαβών ουσιών που υπάρχουν στο νερό και πλήττουν τον άνθρωπο όπως τα βακτήρια (*Escherichia coli*), οι ιοί, το τοξικό φυτοπλαγκτό και τα βαρέα μέταλλα (Gosling, 2003). Ο πιο σωστός τρόπος για την διαφύλαξη της υγιεινής των οστράκων είναι η αποφυγή της μόλυνσης στην πηγή, δηλαδή η παραγωγή να γίνεται σε νερά καθαρά. Αυτό προϋποθέτει γνώση της τοπογραφίας της κάθε περιοχής των επικρατούντων ρευμάτων, των απορροών και της διαχείρισης των αποβλήτων που χύνονται στην περιοχή καλλιέργειας (Gosling, 2003).

Σε περιπτώσεις μόλυνσης των οστράκων, όπως για παράδειγμα από *Escherichia coli*, εφαρμόζεται εξυγίανση για να γίνουν κατάλληλα για κατανάλωση. Στην περίπτωση αυτή, το κόστος της εξυγίανσης μπορεί να φτάσει το 17 % της αρχικής αξίας πώλησης του προϊόντος (Spencer, 2002).

### **1.2.3 Θέσεις με φυσικούς πληθυσμούς**

Τα φυσικά αποθέματα μυδιών αποτελούν τις τράπεζες γόνου και ανανέωσης πληθυσμών μυδιών στις καλλιέργειες.

Η διασπορά των μυδιών συνδέεται με την διαθεσιμότητα σκληρού υποστρώματος στον βιότοπο. Η περιορισμένη ύπαρξη σκληρού υποστρώματος είναι ο λόγος που τα νεαρά μύδια ανιχνεύονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Είναι πιθανό η

μορφολογία της περιοχής μαζί με την κυκλοφορία του νερού να ευνοούν την συσσώρευση-συγκέντρωση των νεαρών μυδιών σε αυτά τα υποστρώματα (Arsenoudi *et al.*, 2003). Υπάρχει σημαντική διαφορά στην δομή αυτών των πληθυσμών και μια πιθανή εξήγηση είναι ότι οι πληθυσμοί με τις μεγάλες πυκνότητες στην βορειοανατολική πλευρά τροφοδοτούν με γόνο την βόρεια, βορειοδυτική και νοτιοδυτική ακτή του Θερμαϊκού καθώς και τις καλλιέργειες που υπάρχουν στην περιοχή μέσω των ρευμάτων του κόλπου. Τα αποθέματα αυτά βρίσκονται σε σχετικά καλή κατάσταση, αλλά δέχονται σημαντικές πιέσεις από διάφορους περιβαλλοντικούς και διαχειριστικούς (ανθρωπογενείς) παράγοντες. Η ρύπανση, οι λιμενικές κατασκευές (λιμανάκια, μώλοι), η έντονη αλιευτική δραστηριότητα, η μορφολογία (έλλειψη σκληρού υποστρώματος) και οι θηρευτές απειλούν τα αποθέματα. Τα αποθέματα αυτά αποτελούν τους μοναδικούς φυσικούς πόρους στην ευρύτερη περιοχή.

### **1.3 Μυδοκαλλιέργειες**

#### **1.3.1 Συστήματα εκτροφής μυδιών**

Η μυδοκαλλιέργεια είναι μια μη εντατική μορφή εκτροφής που στηρίζεται στις φυσικές διαδικασίες για την προμήθεια γόνου και τροφής (Inglis, 2000) αν και η εθνική περιβαλλοντική νομοθεσία την εντάσσει στις εντατικές μορφές.

Η επιλογή της μεθόδου καλλιέργειας ανά τον κόσμο αντανακλά τις παραδοσιακές τεχνικές, την διαθεσιμότητα και καταλληλότητα των θέσεων που υπάρχουν για την εγκατάσταση και την διαθεσιμότητα του γόνου. Σήμερα τα συστήματα εκτροφής που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:

#### **Καλλιέργεια βυθού**

Η καλλιέργεια αυτή βασίζεται στην μεταφορά γόνου από φυσικά καταλύματα σε μέρη πιο προστατευμένα, με μικρότερες πυκνότητες με σκοπό την καλύτερη ανάπτυξη. Εκμεταλλεύεται κυρίως την εκτεταμένη μεσοπαραλιακή ζώνη της Β. και ΒΔ. Ευρώπης (Spencer, 2002).

## **Καλλιέργεια στη στήλη του νερού**

Το μεγαλύτερο όμως ποσοστό της δραστηριότητας γίνεται με μέθοδο καλλιέργειας μακριά από το βυθό η οποία έχει το πλεονέκτημα της καλύτερης πρόσβασης στην τροφή που μεταφέρεται από το ρεύμα, καθώς επίσης και την προστασία από τους θηρευτές (Spencer, 2002).

Τρία είδη καλλιέργειας διακρίνονται αν και με πολλές παραλλαγές. Το Πασσαλωτό (pole), το σύστημα με σχεδίες (raft) και το σύστημα μακριάς γραμμής (longline).

### **Πασσαλωτό σύστημα καλλιέργειας (pole)**

Στην Ελλάδα ο όρος πασσαλωτό αφορά σε σύστημα με αναρτημένες αρμαθιές όχι περιελιγμένο στους πασσάλους όπως αυτό της Δ. Ευρώπης. Είναι η πιο παλιά μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην Ευρώπη προερχόμενη από τη Γαλλία. Συνίσταται στην βύθιση ξύλινων ή αλουμινένιων πασσάλων μήκους 4-7 m και διαμέτρου 25-30 cm στο πυθμένα της θάλασσας στη μεσοπαραλιακή ζώνη, έτσι ώστε τα 2-3 m να είναι πάνω από τον πυθμένα. Η απόσταση μεταξύ τους είναι 25-50 cm, ανάλογα αν χρησιμεύουν στην συλλογή γόνου ή εκτροφή αντίστοιχα και σχηματίζουν σειρές έως και 250 πασσάλων (Gosling, 2003).

### **Σύστημα καλλιέργειας με πλωτές σχεδίες (raft)**

Κυρίως η Ισπανία χρησιμοποιεί αυτό το σύστημα από την δεκαετία 1940 στα βαθιά, παραγωγικά και προστατευμένα νερά. Πρόσφατες στατιστικές στην Ισπανία δείχνουν μια μέση παραγωγή 10 kg/m σχοινιού (Caceres-Martinez & Figueras, 1997 από Spencer, 2002). Το σύστημα αυτό δεν χρησιμοποιείται στην Ελλάδα.

### **Σύστημα καλλιέργειας μακριάς γραμμής (longline)**

Η μέθοδος αυτή είναι πιο κατάλληλη από τις σχεδίες σε εκτεθειμένες θέσεις, αν και απαντώνται μαζί με τις σχεδίες σε προστατευμένες περιοχές (Spencer, 2002) (Εικ. 1.3).



Εικ. 1.3. Μονάδα μυδοκαλλιέργειας με σύστημα μακριάς γραμμής (longline) στον ΒΔ Θερμαϊκό κόλπο. Στο βάθος διακρίνονται τα πασσαλωτά μυδοτροφεία.

Το σύστημα αυτό είναι προσαρμογή της μεθόδου που αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία για την εκτροφή των στρειδιών και χτενιών. Το σύστημα διπλής γραμμής είναι πολύ διαδεδομένο στην Ν. Ζηλανδία. Αποτελείται από μονή ή διπλή μακρά γραμμή από όπου αναρτώνται οι αρμαθίες και διατηρούνται σε ορισμένο βάθος με την χρήση πλωτήρων.

### **1.3.2 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στον Κόσμο**

Τα μύδια καλλιεργούνται σε πολλές περιοχές στον κόσμο. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί μυδιών είναι χώρες όπως η Κίνα, Ισπανία, Ολλανδία, Δανία και Ιταλία.

Το *Mytilus edulis* συναντάται σε βόρεια ή ηπειρωτικά κλίματα και στο βόρειο και στο νότιο ημισφαίριο. Το *Mytilus galloprovincialis* απαντάται σε ηπειρωτικά κλίματα αλλά σε πιο θερμά νερά και είναι το κύριο είδος μυδιού στη Μεσόγειο (Spencer, 2002).

### **1.3.3 Περιοχές μυδοκαλλιέργειας στην Ελλάδα**

Η καλλιέργεια οστράκων έχει μια μακρά ιστορία από τον 4<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. στην Ελλάδα. Σήμερα συναντάται κυρίως στην Αλεξανδρούπολη, στον Αμβρακικό, στο Πόρτο-Λάγος, στον Μαλιακό, στον Σαρωνικό και στον Στρυμονικό και κυρίως στους Κόλπους Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού (Εικ. 1.4).

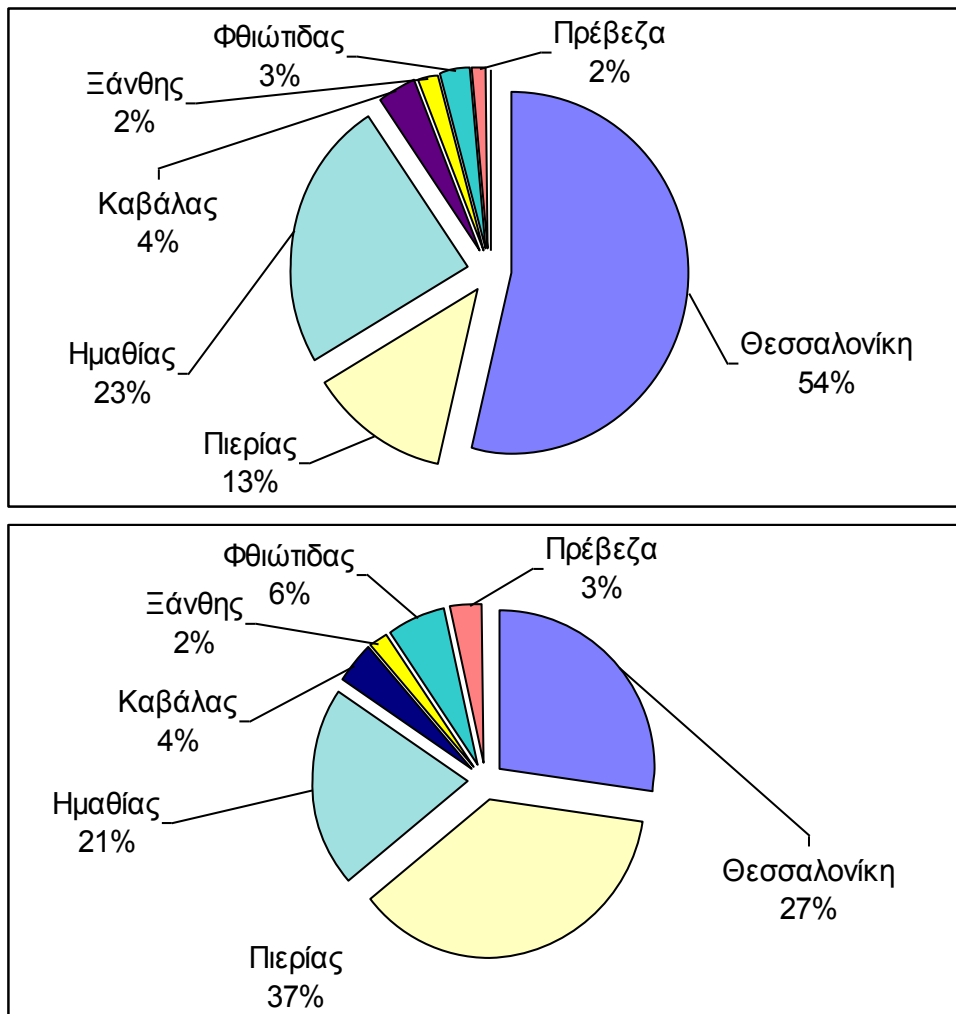


Η παραγωγή αυτή προέρχεται κυρίως από τις παρακάτω περιοχές (Εικ. 1.5):

- Πιερίας (Κίτρος - Μακρύγιαλος, Δ. Θερμαϊκός, Νομός Πιερίας - αποκλειστικά με το πλωτό σύστημα).
- Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα (ΒΔ Θερμαϊκός – με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα) που χωρίζεται διοικητικά, σε
  - Αξιού - Λουδία (Κύμινα-Μάλγαρα, Νομός Θεσσαλονίκης).
  - Λουδία - Αλιάκμονα (Κλειδί, Νομός Ημαθίας).
  - ΒΔ κόλπου Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα, Νομός Θεσσαλονίκης– με πλωτό και πασσαλωτό σύστημα).
- Α Θερμαϊκού κόλπου (Νομός Θεσσαλονίκης– με πλωτό σύστημα).



Εικ. 1.4. Περιοχές στην Ελλάδα όπου συναντάται κυρίως η καλλιέργεια μυδιών. 1= Αλεξανδρούπολη, 2= Πόρτο Λάγος, 3= Στρυμονικός, 4= Θεσσαλονίκη και Θερμαϊκός, 5= Αμβρακικός, 6= Μαλιακός, 7= Σαρωνικός (Γαληνού-Μητσούδη, 1999).



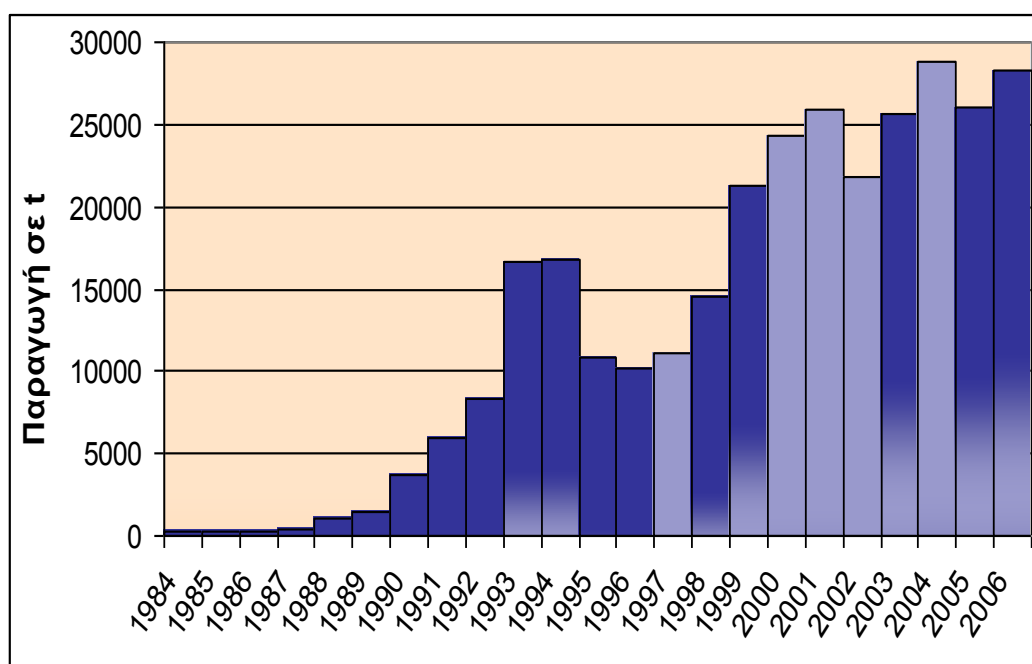
Εικ. 1.5. Χωρική κατανομή του αριθμού των μονάδων (επάνω) και η αντίστοιχη στρεμματική κάλυψη ανά νομό στην Ελλάδα ( Α.Τ.Ε.Ι.Θ.,2007b)

### 1.3.4 Παραγωγή μυδιών στην Ελλάδα

Η Ελληνική παραγωγή μυδιών άρχισε να αυξάνει από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 (Εικ. 1.6), δηλαδή μια εικοσαετία αργότερα από ότι στην Ευρώπη (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007b)

Με βάση τα στοιχεία του έτους 2006 (Eurostat, 2008) η συνολική παραγωγή ελληνική παραγωγή του μεσογειακού μυδιού (*Mytilus galloprovincialis*) είναι περίπου 28.300 t, ενώ η παγκόσμια παραγωγή του μεσογειακού μυδιού το έτος 2005 ανέρχεται στους 104.000 t και η αντίστοιχη ευρωπαϊκή (2005, *M.galloprovincialis*) στους 103.746 t. Η ελληνική παραγωγή αποτελεί το 27,3% της παγκόσμιας παραγωγής και 28,6% της ευρωπαϊκής (Eurostat, 2008).

Η παραγωγή στις εκβολές Λουδία ανέρχεται σε, περίπου, 13.000 t μυδιών αξίας 4,5 εκατομμυρίων € (προσωπική εκτίμηση Γαληνού-Μητσούδη).



Εικ. 1.6. Ελληνική παραγωγή μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* από καλλιέργειες (Πηγή δεδομένων, Eurostat, 2008)

## **1.4 Θαλάσσιο περιβάλλον κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού**

### **1.4.1 Γεωμορφολογία**

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης εντάσσεται σε μια πολύπλοκη θαλάσσια λεκάνη που αποτελείται από:

- Τον Όρμο Θεσσαλονίκης - νότια όρια : Μικρό Έμβολο – Παλιομάνα
- Τον Κόλπο Θεσσαλονίκης - νότια όρια : Μεγάλο Έμβολο - Δέλτα

Αξιού (στην ΒΔ περιοχή βρίσκεται η Χαλάστρα)

- Τον Θερμαϊκό Κόλπο: Ακρ. Ποσειδί - Ακρ. Δερματάς

Ο Θερμαϊκός κόλπος βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα του Αιγαίου πελάγους. Είναι χαρακτηριστική περίπτωση ημίκλειστης λεκάνης με μέγιστο βάθος τα 100 m. Το ανάγλυφο του πυθμένα είναι ομαλό ως αποτέλεσμα των συνεχών αποθέσεων υλικών από τους ποταμούς (Karageorgis et al., 2004). Στον κόλπο

εκβάλλουν τρία κυρίως ποτάμια, ο Αξιός, ο Λουδίας και ο Αλιάκμονας. Υπάρχουν τρία αντλιοστάσια του αρδευτικού δικτύου της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης καθώς και η έξοδος των βιολογικών καθαρισμών της Θεσσαλονίκης.

Η παράκτια ζώνη όπου ασκείται η δραστηριότητα της οστρακοκαλλιέργειας περιλαμβάνει περιοχές:

α) Υγροτοπικές: Υγροτοπικές περιοχές χαρακτηρίζονται όλο το εκβολικό σύστημα συμπεριλαμβανομένων και των δέλτα των ποταμών Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα, Γαλλικού σε βάθη θάλασσας μικρότερα των 6 m των αλυκών του Κίτρους, Αγγελοχωρίου και της Επανομής.

β) Θαλάσσιες: Εκεί είναι εγκατεστημένες οι μονάδες καλλιέργειας.

γ) Χερσαίες: Στην παραλία υπάρχουν τα αλιευτικά καταφύγια και η υποδομή στήριξης των μυδοκαλλιεργητών.

#### **1.4.2 Κλίμα Θεσσαλονίκης**

Το κλίμα στην περιοχή χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό και μεταβαίνει σε μεσογειακό στην παράκτια περιοχή. Η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 0 °C με 38 °C (Ρουλος *et al.*, 2000). Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα είναι 9 °C -17,5 °C, ενώ η ετήσια βροχόπτωση 400 mm -1300 mm (Ρουλος *et al.*, 2000).

Το χειμώνα, παρατηρούνται βόρειοι - βορειοδυτικοί άνεμοι (επικρατούντες άνεμοι στη διάρκεια του έτους), ενώ το καλοκαίρι η μεταβλητότητα αυξάνει με επικρατέστερους ανέμους νότιους και δυτικούς (Hyder *et al.* 2002, ΥΠΓΕ 2003).

#### **1.4.3 Φυσικοχημικές παράμετροι του νερού**

Ως φυσικοχημικοί παράμετροι του νερού θεωρούνται η θερμοκρασία, η αλατότητα, τα ρεύματα, το διαλυμένο οξυγόνο, τα θρεπτικά άλατα και ποσότητες φυτοπλαγκτού.

α) Αναλυτικά, στην συγκεκριμένη περιοχή, η θερμοκρασία παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές της μεταξύ Φεβρουαρίου και Μαρτίου και τις μεγαλύτερες τον Αύγουστο (ΕΚΘΕ, 2001)

β) Η αλατότητα στο διάστημα Φεβρουαρίου–Μαρτίου εμφανίζει αφενός τις μικρότερες τιμές στην επιφάνεια και αφετέρου τις μεγαλύτερες στον πυθμένα. Στο διάστημα αυτό εμφανίζεται έντονο αλοκλινές. Τον Νοέμβριο παρατηρείται αυξημένη

αλατότητα στα βαθύτερα στρώματα της ανατολικής περιοχής που υποδηλώνει εισροή νερών από το Β. Αιγαίο (ΕΚΘΕ, 2001).

γ) Το διαλυμένο οξυγόνο ( $DO_2$ ), βασικό στοιχείο για τη ζωή των θαλάσσιων οργανισμών, στις πλωτές καλλιέργειες είναι το χειμώνα 4,8 ml/l ενώ το καλοκαίρι 4 ml/l (ΕΚΘΕ, 2001).

δ) Τα θρεπτικά άλατα στην περιοχή του κόλπου εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις ως αποτέλεσμα των ποταμών κατά ένα βαθμό. Επίσης παρουσιάζουν μεγάλες χρονικές διακυμάνσεις επειδή οι κυριότερες πηγές των νιτρικών και φωσφορικών είναι η γεωργία με αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών συγκέντρωσης το καλοκαίρι λόγω αρδεύσεων και τον Νοέμβριο- Δεκέμβριο λόγω βροχοπτώσεων (ΕΚΘΕ, 2001).

Στο Λουδία, η συγκέντρωση των νιτρικών, φωσφορικών και κυρίως των πυριτικών αλάτων κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα. Οι αυξημένες αυτές τιμές αποδίδονται μάλλον στην παροχή των ποταμών Λουδία και Αλιάκμονα και μπορεί να οδηγήσουν σε μεγάλη πρωτογενή παραγωγικότητα η οποία και θεωρείται πολύ σημαντική για την κάλυψη των τροφικών αναγκών των μυδιών (ΕΚΘΕ, 2001).

ε) Η χλωροφύλλη –α δείκτης της φυτοπλαγκτικής βιομάζας, διατηρείται γενικά σε επίπεδα  $>1 \mu\text{g l}^{-1}$ , συγκέντρωση που είναι αρκετή για να υποστηρίξει σημαντικό ρυθμό ανάπτυξης των μυδιών (ΕΚΘΕ, 2001).

στ) Αιωρούμενο οργανικό υλικό, εκτός από το φυτοπλαγκτό, τα μύδια χρησιμοποιούν για τροφή μη φυτοπλαγκτικό αιωρούμενο οργανικό υλικό που είναι μέρος του POM. Το οργανικό αιωρούμενο υλικό (POM) σε βάθος 5 m όπου βρίσκεται ο κύριος όγκος της βιομάζας στις πλωτές μυδοκαλλιέργειες στο Λουδία κυμαίνεται περίπου από 250 – 800  $\mu\text{g/l}$  που θεωρείται ότι είναι μάλλον χαμηλές.

Η συγκέντρωση των μετάλλων Cd, Cu, Cr στην σάρκα των μυδιών του Θερμαϊκού δεν ξεπερνούν τα ανώτατα όρια που έχει θεσπίσει η Ε.Ε. (Ε.С. 1995) από ΕΚΘΕ, 2001).

#### **1.4.4 Σκοπός και Στόχος**

Σκοπός της παρούσας μελέτης στο ΒΔ. Θερμαϊκό κόλπο στις εκβολές του ποταμού Λουδία, είναι η εκτίμηση της παραγωγικότητας των πλωτών μυδοκαλλιεργειών της περιοχής. Παρόμοια στοιχεία υπάρχουν μέχρι σήμερα μόνο από μια μελέτη του ΕΚΘΕ (2001) και μόνο για μύδια μήκους  $> 2 \text{ cm}$ . Η μελέτη αυτή

αναμένεται να δώσει στοιχεία για την ποσότητα του γόνου πάνω στις αρμαθιές. Επιπλέον, στοιχεία θα δοθούν για τη χωροχρονική μεταβολή του (δυναμική), όπως και την ποιότητα και ποσότητα της παραγωγής μυδιών με βάση βιολογικά και διαχειριστικά στοιχεία του δίνονται για να συγκριθούν με τα προγενέστερα. Σημειώνεται ότι η μελέτη του γόνου στις πλωτές εγκαταστάσεις, στην περιοχή μελέτης, γίνεται για πρώτη φορά.

## Κεφάλαιο 2. Μέθοδοι και Υλικά

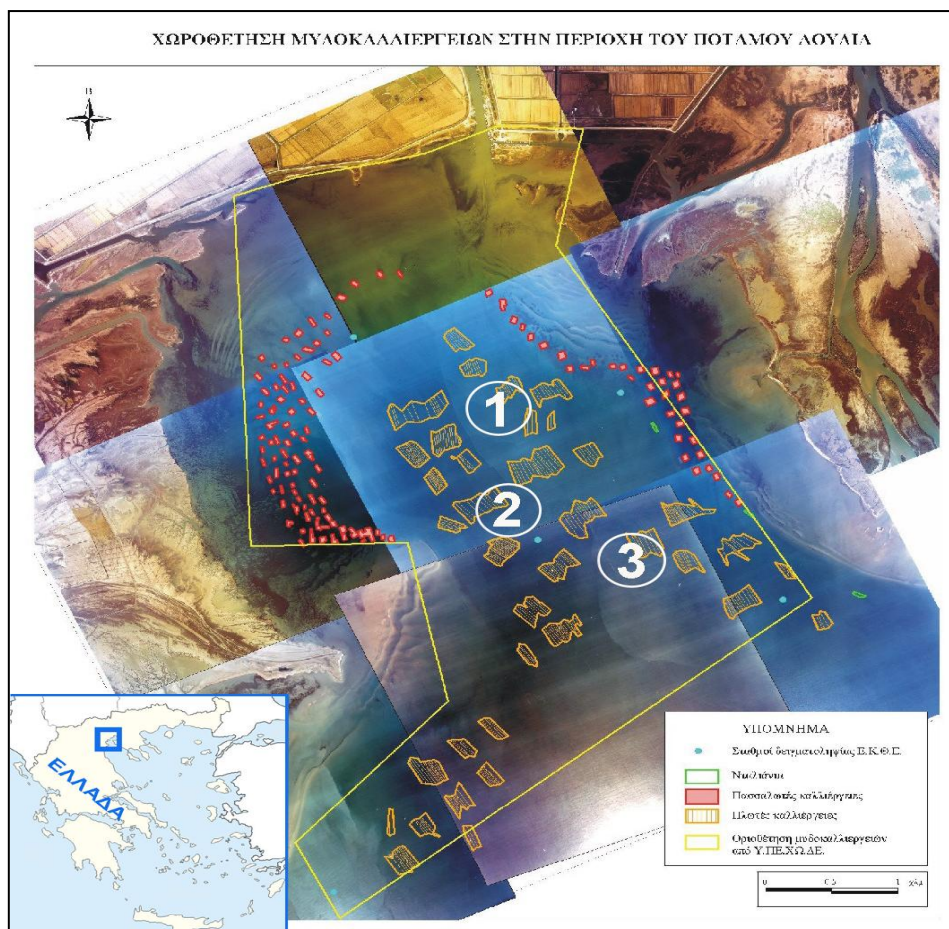
### 2.1 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο ΒΔ Θερμαϊκό κόλπο, σε μία λεκάνη που ορίζεται από τις εκβολές των ποταμών Αξιού– Λουδία– Αλιάκμονα. Εκεί υπάρχει σημαντική μυδοκαλλιεργητική δραστηριότητα και χρησιμοποιούνται το πασσαλωτό (role) και το πλωτό (longline) σύστημα. Στην περιοχή αυτή οι 120 πασσαλωτές καλλιέργειες έχουν ημικυκλική διάταξη περιμετρικά της ακτογραμμής και καλύπτουν έκταση 228 στρεμμάτων, και οι 54 πλωτές καλλιέργειες είναι τοποθετημένες στο κέντρο της λεκάνης. Οι πλωτές καλύπτουν έκταση 1.175 στρεμμάτων, ενώ μαζί με τις πασσαλωτές καλλιέργειες, καλύπτουν θαλάσσια έκταση 1.403 στρεμμάτων (ΕΚΘΕ, 2001).

Για την επίτευξη του σκοπού της παρούσας μελέτης, επιλέχθηκαν τρεις σταθμοί δειγματοληψίας **1**, **2** και **3**, έτσι ώστε να υπάρχει χωρική κάλυψη και δυνατότητα συλλογής αντιπροσωπευτικών δειγμάτων (Εικ. 2.1). Οι σταθμοί είναι υφιστάμενες νόμιμες πλωτές μυδοκαλλιέργειες. Οι συντεταγμένες, η έκταση και άλλα χαρακτηριστικά που αφορούν στους σταθμούς μελέτης παραθέτονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των σταθμών μελέτης που καταγράφηκαν κατά τις δειγματοληψίες:

Χαρακτηριστικά	Σταθμός 1	Σταθμός 2	Σταθμός 3
Έκταση (στρέμματα)	38	40	15
Βάθος (m)	8	12	10
Μήκος γραμμών ανάρτησης (μάνα) (m)	100	120	120
Αριθμός γραμμών ανάρτησης (μάνα)	28	29	11
Αριθμός αναρτημένων αρμαθιών / γραμμή	200	300	300
Μέση απόσταση μεταξύ αναρτημένων αρμαθιών (cm)	27,3	36,6	42,3
Απόσταση μεταξύ γραμμών ανάρτησης (m)	15	15	15
Απόσταση μεταξύ των μυδοκαλλιεργειών	150	150	150
Κατεύθυνση τοποθέτησης γραμμών σε σχέση με τη διεύθυνση των ανέμων Β -Ν	Παράλληλα	Παράλληλα	Παράλληλα
Γεωγραφικό μήκος	40°30'39"	40°29'54"	40°30'01"
Γεωγραφικό πλάτος	22°41'01"	22°40'37"	22°41'52"



Εικ. 2.1. Περιοχή μελέτης. Ο χάρτης προέρχεται από επεξεργασμένη αεροφωτογραφία του ΕΚΘΕ (2001), όπου σημειώθηκαν οι σταθμοί μελέτης **1**, **2** και **3** της παρούσας εργασίας και απεικονίζονται οι πασσαλωτές μυδοκαλλιέργειες με κόκκινο χρώμα και οι πλωτές με κίτρινο .

### **2.1.1 Διάρκεια της μελέτης**

Η παρούσα μελέτη ξεκίνησε τον Μάιο 2004 και ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο 2005. Η λήψη των δειγμάτων ήταν μηνιαία, και συνολικά διενεργήθηκαν 12 μηνιαίες δειγματοληψίες. Από τον κάθε σταθμό λαμβάνονταν δείγμα από τρεις αρμαθίες και τέσσερις θέσεις σε κάθε αρμαθιά (Εικ. 2.2). Οι δειγματοληψίες διενεργήθηκαν από βάρκα των ρηχών νερών (πλάβα) (Εικ. 2.3).





Εικ. 2.2. Οι θέσεις στην αρμαθιά (1 - 4) από τις οποίες λαμβάνονταν δείγματα και τα αντίστοιχα βάθη κάθε θέσης από την επιφάνεια της θάλασσας.



Εικ. 2.3. Μυδοκαλλιεργητικό σκάφος και πλάβα (= βάρκα χωρίς καρίνα, για εύκολη πρόσβαση στα ρηγά νερά), σε πλωτό μυδοτροφείο στο Λουδία.

### **2.1.2 Διαδικασία δειγματοληψίας**

Σε κάθε σταθμό μετά την ανύψωση της γραμμής παραγωγής (=μάνα) (Εικ.2.4) συλλέγονταν τα δείγματα, που είχαν σταθερό μέγεθος 10 cm του μήκους της αρμαθιάς, από τρεις αρμαθιές και από τέσσερις θέσεις σε κάθε αρμαθιά (αρχή-τέλος και δύο ενδιάμεσα σημεία) (Εικ. 2.2).



Εικ. 2.4. Ανάρτηση από τη μάνα αρμαθιών με γόνο μυδιού (πρώτη τοποθέτηση για έναρξη της παραγωγικής διαδικασίας), όπου φαίνεται η απόσταση μεταξύ των αρμαθιών.

### **2.2 Παράμετροι δειγματοληψίας**

Κατά τη διάρκεια των εργασιών στο πεδίο, καταγράφηκαν και συγκεντρώθηκαν τα ακόλουθα σε κάθε σταθμό:

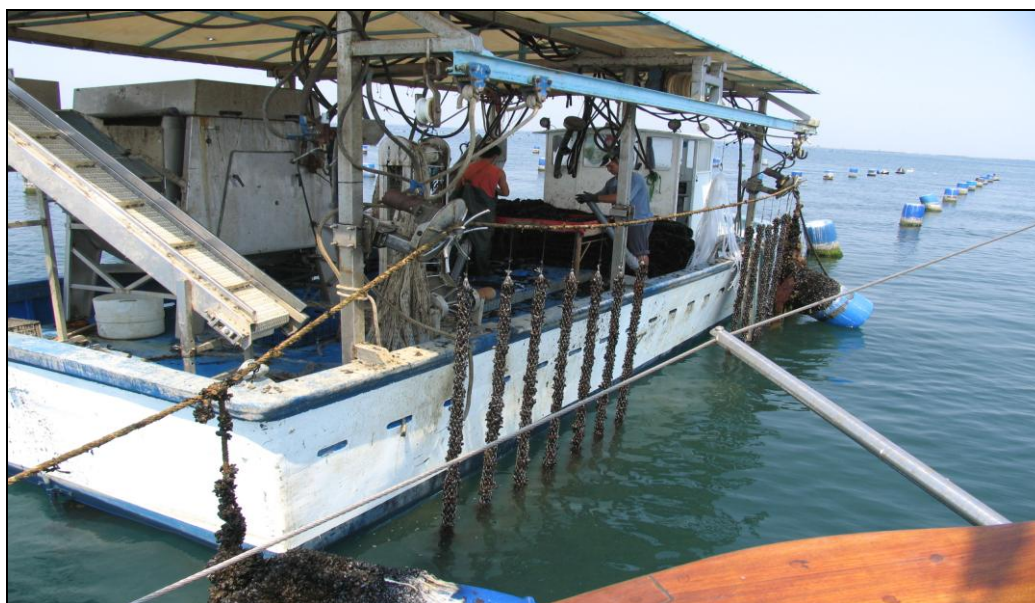
#### **2.2.1 Μετεωρολογικά στοιχεία**

Σε κάθε δειγματοληψία καταγράφηκαν τα τρέχοντα μετεωρολογικά στοιχεία όπως ηλιοφάνεια, άνεμος (ένταση και κατεύθυνση προσεγγιστικά), για τυχόν χρήση τους στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

### **2.2.2 Διαχειριστικά στοιχεία**

Κατά την πρώτη δειγματοληψία καταγράφηκαν διαχειριστικά στοιχεία των μονάδων, όπως η έκταση, το βάθος της θαλάσσιας περιοχής που είναι τοποθετημένες, η απόσταση από τις άλλες μονάδες, η απόσταση μεταξύ των γραμμών παραγωγής, ο αριθμός των γραμμών παραγωγής και το μήκος τους (μάνα). Μετρήθηκαν, ακόμη, ο αριθμός των αναρτημένων αρμαθιών ανα γραμμή παραγωγής, η απόσταση μεταξύ των αναρτημένων, το μήκος του σχοινιού ανάρτησης των αρμαθιών (παράμαλλο) (βλ. Πίν.1).

Οι μετρήσεις που ελήφθησαν σε κάθε δειγματοληψία, μετά τη ανάρτηση της γραμμής παραγωγής (Εικ. 2.5), είναι το μήκος των τριών αρμαθιών και η περίμετρος των τεσσάρων θέσεων τους, από όπου γινόταν η συλλογή των δειγμάτων (Εικ. 2.6). Η τοποθέτηση και η αραίωση των αρμαθιών καταγράφηκε, επίσης, μηνιαία και διασταυρώθηκε εκτός από τα ευρήματα και από πληροφορίες που έδωσαν οι παραγωγοί.



Εικ. 2.5. Ανάρτηση της κεντρικής γραμμής παραγωγής (μάνα), στο μυδοκαλλιεργητικό σκάφος για πραγματοποίηση των απαραίτητων εργασιών.



Εικ. 2.6. Αρμαθιές πριν την συλλογή του βιολογικού υλικού (=δείγμα).

## **2.3 Εργαστήριο**

### **2.3.1 Διαλογή - Επεξεργασία μυδιών και γόνου στο εργαστήριο**

Με το πέρας της δειγματοληψίας τα δείγματα μεταφέρονταν στο χώρο του εργαστηρίου αυθημερόν, συντηρημένα σε φορμόλη 5-7 %, για περαιτέρω επεξεργασία.

Η επεξεργασία αρχικά περιελάμβανε το διαχωρισμό των μυδιών σε γόνου και ενήλικα. Ενήλικα μύδια γενικά, είναι εκείνα που το μήκος τους είναι μεγαλύτερο από 2,00 cm και συνήθως αποτελεί για τους ερευνητές το οριακό μέγεθος της διάστασης του μήκους για την διάκριση τους από το γόνου. Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν το μήκος 2,60 cm, επειδή δεν βρέθηκαν άτομα με γονάδες σε μικρότερες διαστάσεις.

Το κάθε δείγμα των 10 cm, αρχικά, απαλάχθηκε από επιβιώτες (φύκη, σπόγγοι, υδρόζωα, πολύχαιτοι, καρκινοειδή και ασκίδια) και τοποθετήθηκε σε μια σειρά από κόσκινα με άνοιγμα ματιού 4,00 mm, 2,00 mm, 1,40 mm και 500 μm, με σκοπό το διαχωρισμό των μυδιών σε γόνου και ενήλικα.

### **Χειρισμός γόνου**

Μετά την απομάκρυνση των ενήλικων μυδιών, το περιεχόμενο από κάθε κόσκινο (γόνος) τοποθετήθηκε ξεχωριστά σε λεκάνη, ώστε να διανεμηθεί σε περαιτέρω κλάσεις μήκους εφόσον υπήρχε ομοιομορφία μεγεθών. Ο διαχωρισμός του γόνου, όσον αφορά στο μήκος, έγινε στις κλάσεις μήκους (mm) :

- 0,36 mm (< 0,71 mm),
- 1,35 mm (0,71 – 1,98 mm),
- 2,41 mm (1,98 – 2,83 mm),
- 4,25 mm (2,83 – 5,66 mm),
- 7,83 mm (5,66 – 10,00 mm) ,
- 12,50 mm (10,00 – 15,00 mm),
- 17,50 mm (15,00 – 20,00 mm),

Τα άτομα του γόνου που έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από 20,00 mm μετρήθηκε ατομικό μήκος

- 20,00 – 22,00 mm,
- 22,00 – 24,00 mm,
- 24,00 – 26,00 mm.

Μετά τον διαχωρισμό του γόνου σε κλάσεις μήκους, έγινε καταγραφή των παρακάτω παραμέτρων για κάθε κλάση, αριθμός ατόμων, το ολικό υγρό και ξηρό βάρος (g). Σε ότι αφορά στην καταμέτρηση των ατόμων, στα ολιγάριθμα δείγματα (μικρής πυκνότητας), τα άτομα μετρήθηκαν ένα προς ένα. Στα πολυάριθμα δείγματα (άφθονα) έγινε με υποδείγματα όγκου του 1/16 ή 1/8 ή 1/4 (ανάλογα με την ποσότητα του δείγματος). Ελήφθησαν 2 ή 3 υποδείγματα ανάλογα με την απόκλιση, μέχρι αυτή να είναι κάτω του 20%. Έπειτα ζυγίστηκε το ολικό υγρό βάρος (g) των υποδειγμάτων και με τη μέθοδο της αναγωγής, εκτιμήθηκε το σύνολο του αριθμού των ατόμων και του ολικού υγρού βάρους της κάθε κλάσης. Ομοίως έγινε για το ολικό ξηρό βάρος (g).

### **Χειρισμός ενήλικων μυδιών**

Μετά την καταμέτρηση των ενήλικων μυδιών και την απομάκρυνση του ενδοκελυφικού υγρού και του βύσσου, για κάθε άτομο καταγράφηκαν οι παρακάτω παράμετροι, το μήκος (cm), τα υγρά και ξηρά βάρη σώματος, θυρίδων και του ολικού (g).

Όλο το βιολογικό υλικό για τη μέτρηση των ξηρών βαρών, ξηράθηκε σε κλίβανο σε θερμοκρασία 120 °C για 24 h και ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας 0,001 g. Οι διαστάσεις μετρήθηκαν με παχύμετρο ακριβείας 0,01 cm.

### **2.3.2 Επεξεργασία των στοιχείων**

Ως ποιοτικό κριτήριο για την κατάσταση των μυδιών υπολογίστηκε ο δείκτης ευρωστίας των μυδιών για υγρά και ξηρά βάρη με τον ακόλουθο τύπο από τους Davenport & Chen (1987):

$$CI \% = \frac{\text{Βάροζώματος}}{\text{Βάροζώματος} + \text{ΒάροςΟστράκου}} \times 100$$

Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Minitab 14. Για τις συσχετίσεις των παραμέτρων του γόνου έγιναν παλινδρομήσεις με μετατροπή των δεδομένων σε δεκαδικό λογάριθμο. Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων του γόνου και των ενήλικων μυδιών χρησιμοποιήθηκε η σύγκριση των μέσων όρων για 95% όρια εμπιστοσύνης καθώς και ANOVA (Analysis of Variance one-way) (Πετρίδης, 2001).

## Κεφάλαιο 3. Αποτελέσματα

### 3.1 Γόνος μυδιών

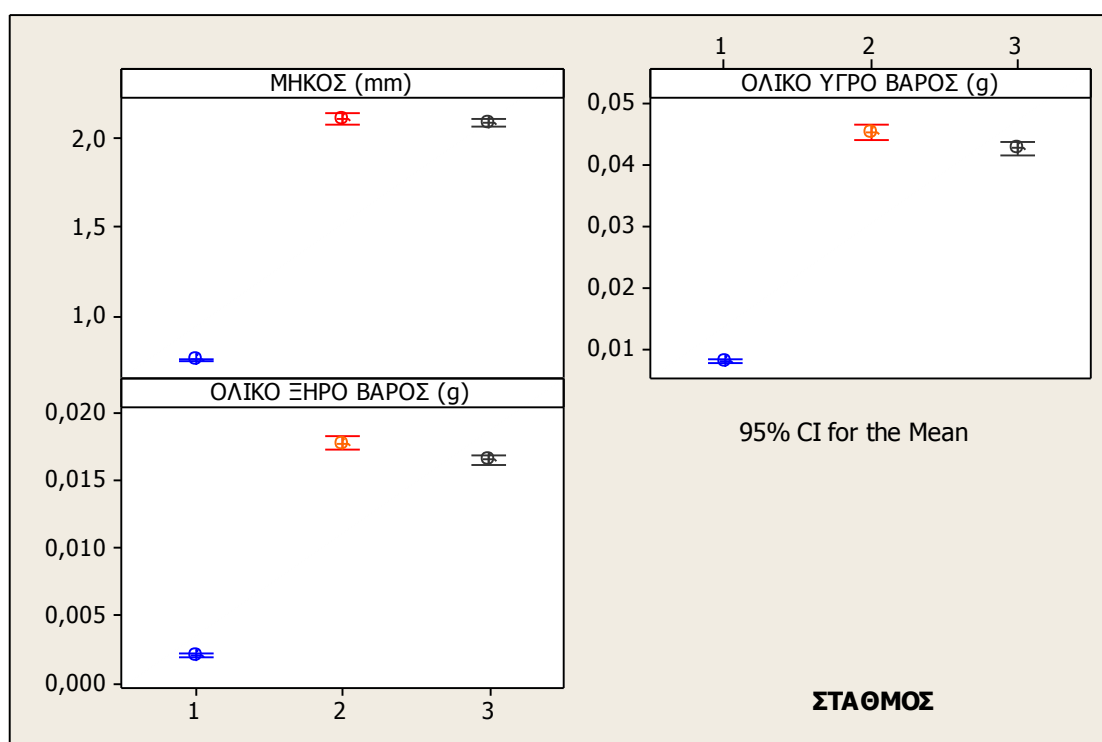
Η περιγραφική στατιστική των δεδομένων για το γόνο, N = 189.700, στους σταθμούς μελέτης **1**, **2** και **3**, παρουσιάζεται στον πίνακα 2. Αφορά σε 12 παραμέτρους.

Πίνακας 2. Περιγραφική στατιστική για 12 παραμέτρους που εξετάστηκαν στο γόνο των μυδιών (< 26,00 mm) του Μάιου, που θεωρήθηκε ο πιο αντιπροσωπευτικός μήνας του διαχειριστικού έτους (2004-2005).

<b>Γόνος &lt; 26,00 mm</b>			
<b>Παράμετρος</b>	<b>Σταθμός</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
N (Σύνολο ατόμων: 189.700)	37.088	68.072	84.542
N / m Αρμαθίας	14.912	26.276	44.623
Ποσοστό (%) παρουσίας γόνου	17,4	30,6	52,0
Μέσο μήκος (mm) ± τυπική απόκλιση	0,74 ± 0,79	2,11 ± 3,96	2,09 ± 3,61
Μέσο ολικό υγρό βάρος (g) ± τυπική απόκλιση	0,007 ± 0,016	0,045 ± 0,167	0,042 ± 0,156
Μέσο ολικό ξηρό βάρος (g) ± τυπική απόκλιση	0,001 ± 0,008	0,017 ± 0,064	0,016 ± 0,061
Διάμεσος μήκους (mm)	0,36	0,36	1,35
Διάμεσος ολικού υγρού βάρους (g)	0,005	0,005	0,008
Διάμεσος ολικού ξηρού βάρους (g)	0,001	0,001	0,004
Εύρος τιμών μήκους (mm)	0,36 – 21,90	0,36 – 26,00	0,36 – 26,00
Εύρος τιμών ολικού υγρού βάρους (g)	0,003 – 0,87	0,004 – 2,05	0,003 – 1,20
Εύρος τιμών ολικού ξηρού βάρους (g)	0,001 – 0,406	0,001 – 0,79	0,001 – 0,89

## Παράμετροι γόνου ανά σταθμό

Η επεξεργασία των στοιχείων για το μέσο μήκος (mm), το μέσο ολικό υγρό βάρος (g) και το μέσο ολικό ξηρό βάρος (g) (Εικ. 3.1) (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey), έδειξε ότι ο σταθμός 1 διαφέρει από τους άλλους δύο σε όλες τις παραμέτρους, με μέσο μήκος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $0,74 \pm 0,79$  mm, μέσο ολικό υγρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $0,007 \pm 0,017$  g και μέσο ολικό ξηρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $0,002 \pm 0,008$  g. Οι σταθμοί 2 και 3 παρουσιάζουν στατιστική διαφορά ως προς τα βάρη (ολικό υγρό – ξηρό βάρος), αλλά όχι στο μήκος. Ο σταθμός 2 έχει τις υψηλότερες τιμές σε όλες τις παραμέτρους, με μέσο μήκος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $2,11 \pm 3,96$  mm, με μέσο ολικό υγρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $0,04 \pm 0,17$  g και μέσο ολικό ξηρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $0,012 \pm 0,064$  g. Ο σταθμός 3 εμφανίζεται με μέσο μήκος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $2,09 \pm 3,61$  mm, μέσο ολικό υγρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $0,043 \pm 0,16$  g και ολικό ξηρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $0,016 \pm 0,061$  g.

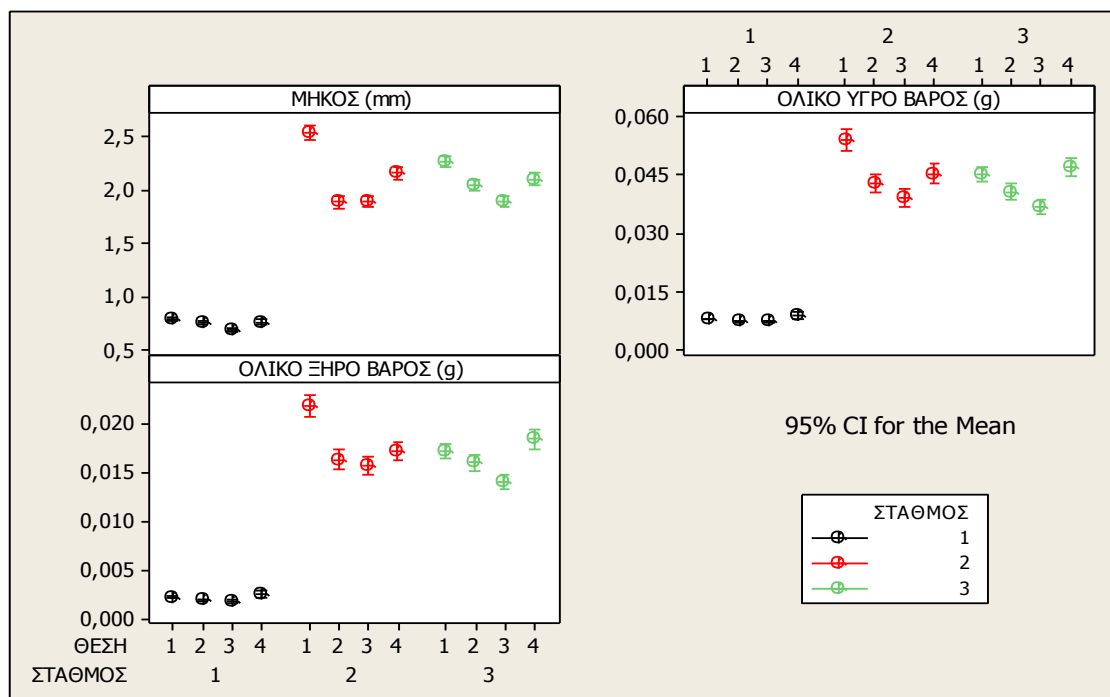


Εικ. 3.1. Μέσες τιμές μήκους (mm), ολικού υγρού βάρους (g) και ολικού ξηρού βάρους (g) του γόνου στους σταθμούς μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).



## Παράμετροι γόνου σχετικά με το βάθος

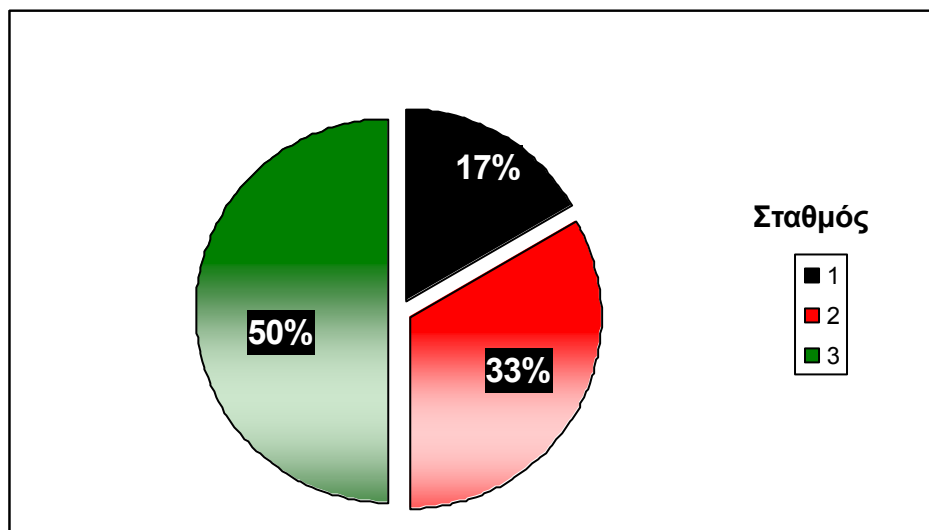
Εξετάζοντας τις μέσες τιμές των παραμέτρων του μήκους (mm), του ολικού υγρού και ξηρού βάρους (g) του γόνου, σε σχέση με το βάθος, δηλαδή, ανάλογα με τη θέση του στην αρμαθιά (Εικ. 2.2) (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey), βρέθηκε ότι οι παράμετροι αυτές του σταθμού **1** διαφέρουν από τις αντίστοιχες των **2** και **3**. Οι ίδιες παράμετροι διαφέρουν και μεταξύ τους σε κάθε σταθμό (Εικ. 3.2). Πιο συγκεκριμένα, στους σταθμούς **1** και **3** η γενικότερη τάση εμφανίζεται αυξητική στην πρώτη θέση στην αρμαθιά, μειώνεται καθώς αυξάνει το βάθος και ανακάμπτει στην τέταρτη θέση. Αυτή η παρατήρηση ισχύει και για τις τρεις παραμέτρους. Στο σταθμό **2** η τάση και στις τρεις παραμέτρους εμφανίζεται αυξητική στην πρώτη θέση στην αρμαθιά, μειώνεται με την αύξηση του βάθους, στις θέσεις 2 και 3 σταθεροποιείται και παρατηρείται μικρή ανακάμπηση στην θέση 4.



Εικ. 3.2. Μέσες τιμές μήκους (mm), ολικού υγρού βάρους (g) και ολικού ξηρού βάρους (g), με βάση τη θέση του γόνου στην αρμαθιά σε κάθε σταθμό μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα ( CI 95% for the mean).

### Πυκνότητα του γόνου στους σταθμούς μελέτης

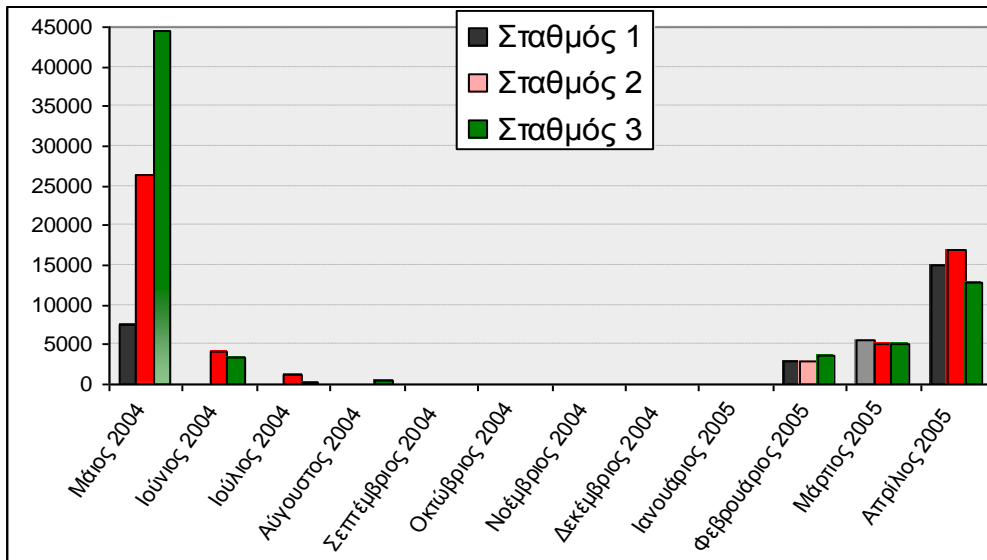
Η επεξεργασία των στοιχείων για την πυκνότητα του γόνου στις μυδοκαλλιέργειες, έδειξε ότι υπάρχουν διαφορές στην ποσότητα του γόνου στους τρεις σταθμούς. Το μεγαλύτερο ποσοστό γόνου που αποτελεί το 50% του καταμετρημένου γόνου, εμφανίστηκε στο σταθμό **3** και το μικρότερο στο σταθμό **1** (Εικ. 3.3).



Εικ. 3.3. Ποσοστό εμφάνισης γόνου στους σταθμούς δειγματοληψίας.

### Παρουσία του γόνου χωροχρονικά

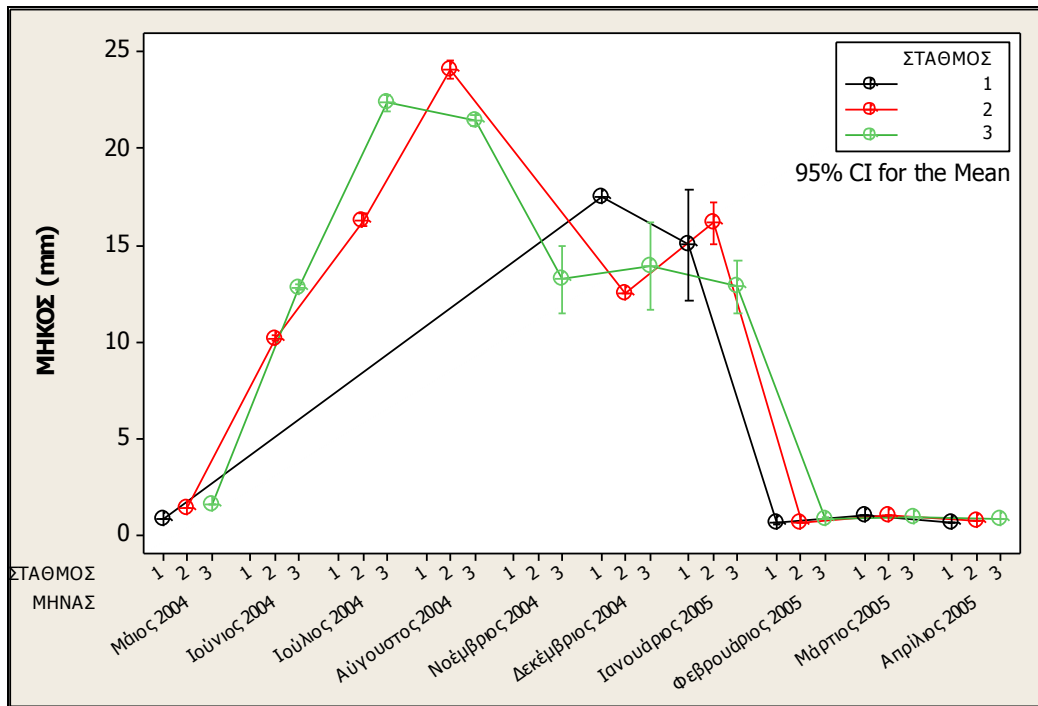
Ο γόνος στην περιοχή μελέτης εμφανίζεται ουσιαστικά από το Φεβρουάριο μέχρι και τον Ιούνιο (Εικ. 3.4). Σε όλους τους σταθμούς απουσίαζε ο γόνος τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Τους άλλους μήνες καταγράφηκε αμελητέα παρουσία γόνου. Ενώ οι μεγαλύτερες πυκνότητές του βρέθηκαν το Μάιο μήνα στους σταθμούς **2** και **3** και τον Απρίλιο στο σταθμό **1**. Ο περισσότερος γόνος καταγράφηκε στο σταθμό **3** με πυκνότητα περίπου 45.000 άτομα/m αρμαθιάς.



Εικ. 3.4. Χρονική μεταβολή της πυκνότητας του γόνου ανά η αρμαθιάς σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας 1, 2 και 3.

### Χρονική μεταβολή μήκους του γόνου

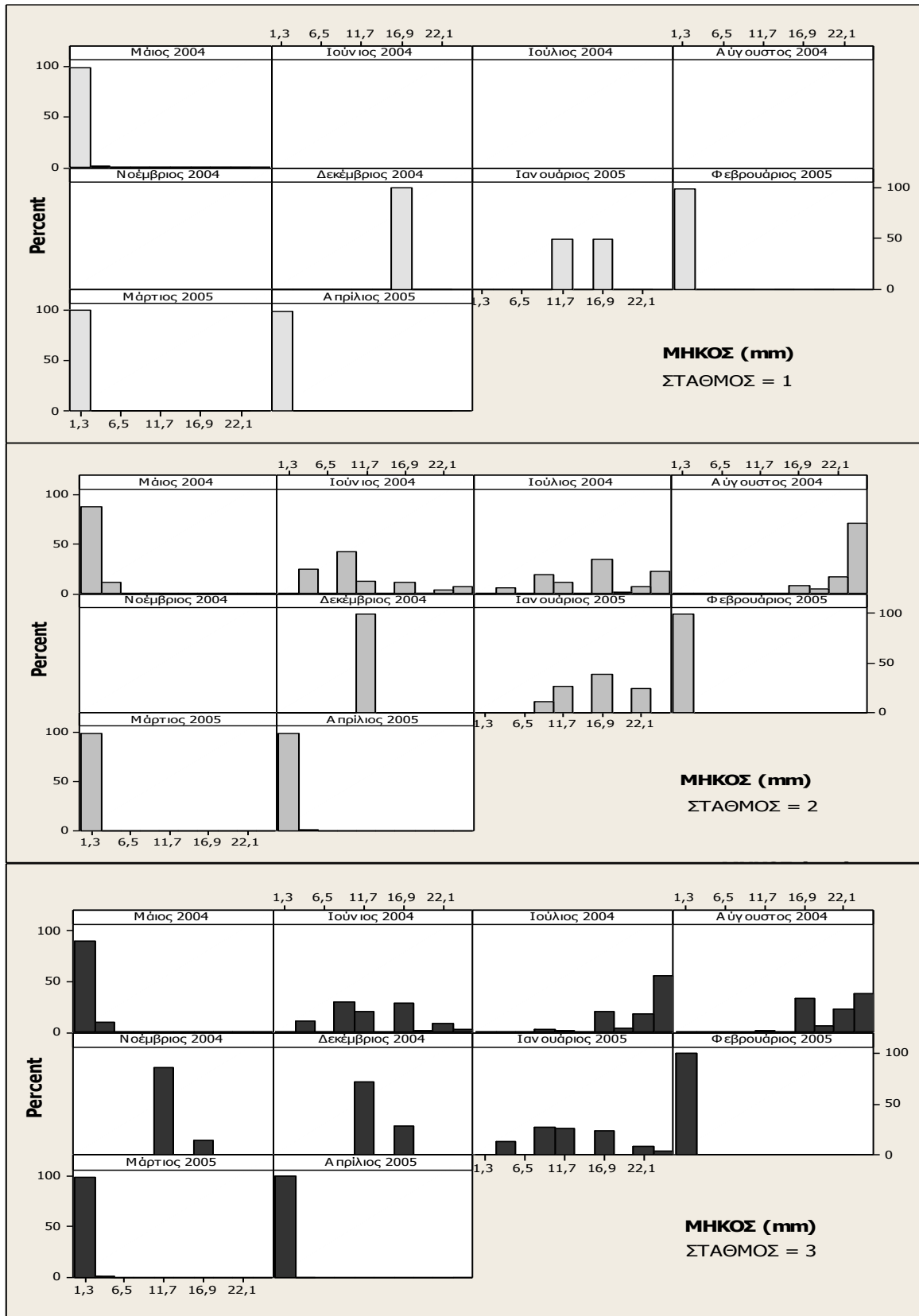
Η ανάλυση των στοιχείων για τη χρονική μεταβολή του μήκους του γόνου σε κάθε σταθμό, έδειξε ότι (Εικ. 3.5) (ANOVA:  $P=0,00$  και έλεγχος Tukey), από τον Φεβρουάριο μέχρι το Μάιο που η πυκνότητα του γόνου είναι μεγάλη, συναντώνται κυρίως τα μικρότερα σε μήκος άτομα γόνου 0,36 – 4,25 mm. Τη θερινή περίοδο (Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο) παρατηρείται σταδιακή αύξηση του μήκους με τιμές γύρω στα 25,00 mm. Το μέγιστο μήκος εμφανίζεται στο σταθμό 1 το μήνα Δεκέμβριο και είναι 21,90 mm, στο σταθμό 2 τον Αύγουστο και είναι 26,00 mm, ενώ το ίδιο μήκος εμφανίζει ο σταθμός 3 νωρίτερα (Ιούλιο). Με τον ερχομό της χειμερινής περιόδου, παρουσιάζεται μικρός αριθμός γόνου σποραδικά, σε όλους τους σταθμούς και είναι άτομα που κατατάσσονται σε μεγάλα μήκη.



Εικ. 3.5. Χρονική μεταβολή του μήκους (mm) του γόνου ανά σταθμό μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Παρουσία των κλάσεων μήκους του γόνου χωροχρονικά

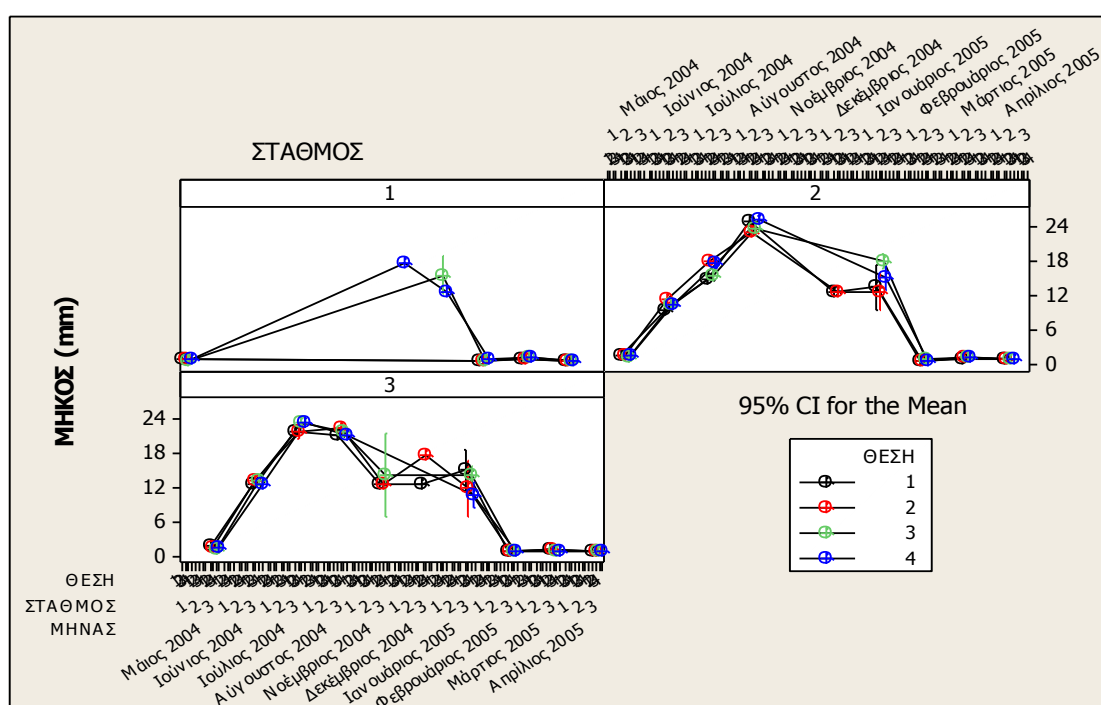
Η χρονική μεταβολή της συχνότητας των κλάσεων μήκους (mm) του γόνου, δείχνει ότι τέλος του χειμώνα και κατά τη διάρκεια της άνοιξης, το 100 % ανήκει στην κλάση μήκους 1,30 mm (Εικ. 3.6). Τους πρώτους μήνες του χειμώνα, η παρουσία του γόνου είναι μηδενική (< 65 άτομα) και στους τρεις σταθμούς. Επίσης, οι σταθμοί **2** και **3** κατά τη θερινή περίοδο εμφανίζουν γόνου που ανήκει σε όλες τις κλάσεις μήκους 1,30 – 22,10 mm, ενώ στο σταθμό **1**, υπάρχει απουσία γόνου.



Εικ. 3.6. Συχνότητα (%) των κλάσεων μήκους του γόνου χρονικά, στο σταθμό 1 για  $N = 37.088$  άτομα, στο σταθμό 2 για  $N = 68.072$  και στο σταθμό 3 για  $N = 84.534$  (όπου  $N$ , σύνολο καταμετρημένου γόνου σε κάθε σταθμό).

## Χρονική μεταβολή μήκους του γόνου σε σχέση με το βάθος

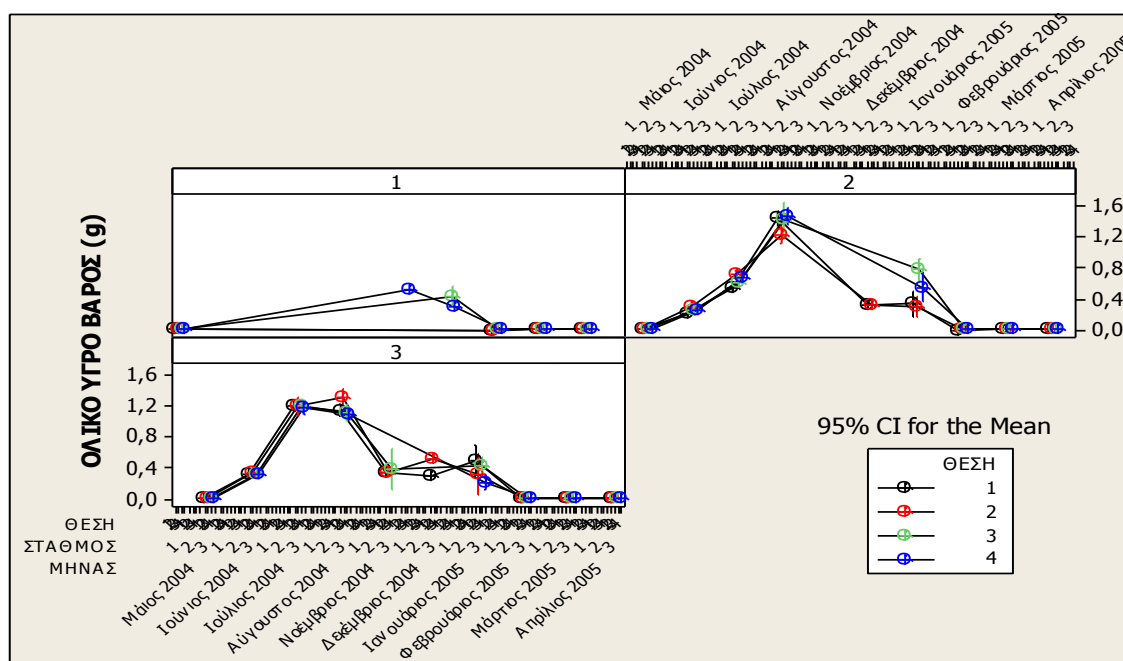
Σχετικά με τη χρονική μεταβολή του μέσου μήκους του γόνου σε κάθε σταθμό και θέση προέλευσης στην αρμαθιά (Εικ. 2.2) (ANOVA:  $P=0,00$  και έλεγχος Tukey), φαίνεται ότι το μέγεθος του γόνου είναι παρόμοιο (0,36 – 4,25 mm) στις θέσεις του σταθμού 1 τους μήνες Φεβρουάριο και όλη την άνοιξη (Εικ. 3.7). Επανεμφάνιση γόνου μεγαλύτερου μεγέθους σημειώθηκε το μήνα Δεκέμβριο (21,90 mm), στο τελευταίο άκρο της αρμαθιάς (θέση 4) και τον Ιανουάριο (περίπου 20,00 mm), στα δύο τελευταία τμήματα της αρμαθιάς (θέσεις 3, 4). Στους σταθμούς 2 και 3 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις θέσεις τους. Το μήνα Δεκέμβριο και οι δύο αυτοί σταθμοί εμφανίζουν γόνο μεσαίου μεγέθους (περίπου 18,00 mm) στα ανώτερα τμήματα της αρμαθιάς (θέσεις 1 και 2), επίσης και τον Ιανουάριο υπήρχαν άτομα ίδιου μεγέθους και λίγο μεγαλύτερα σε όλες τις θέσεις της αρμαθιάς. Ο γόνος είναι ολιγάριθμος (< 65 άτομα) στην αρχή του χειμώνα σε όλους τους σταθμούς .



Εικ. 3.7. Χρονική μεταβολή του μέσου μήκους του γόνου σε κάθε σταθμό μελέτης, σχετικά με το βάθος, δηλαδή ανάλογα με τη θέση στην αρμαθιά με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

## Χρονική μεταβολή μέσου υγρού βάρους σε σχέση με το βάθος

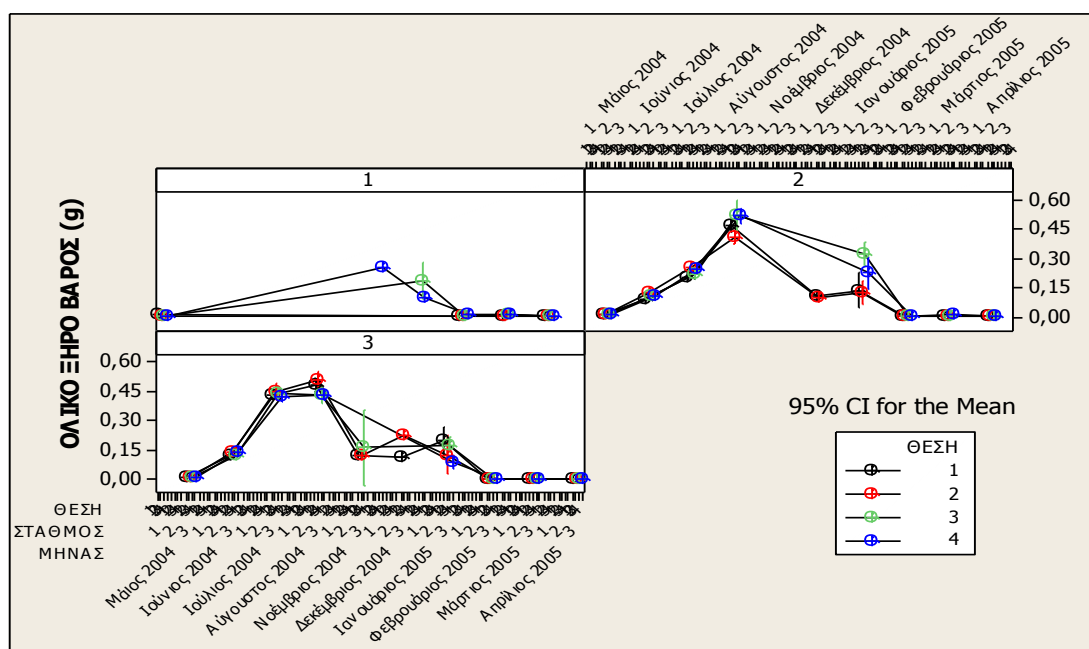
Σχετικά με τη χρονική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους του γόνου σε κάθε σταθμό και θέση προέλευσης στην αρμαθιά (Εικ. 2.2) (ANOVA:  $P=0,00$  και έλεγχος Tukey), φαίνεται ότι το μέγεθος του γόνου είναι παρόμοιο ( $0,007$  g) στις θέσεις του σταθμού 1 τους μήνες Φεβρουάριο και όλη την άνοιξη (Εικ. 3.8). Επανεμφάνιση γόνου μεγαλύτερου βάρους, σημειώθηκε το μήνα Δεκέμβριο με άτομα βαρύτερα στο τελευταίο άκρο της αρμαθιάς (θέση 4) και τον Ιανουάριο, στα δύο τελευταία τμήματα της αρμαθιάς (θέσεις 3, 4). Στους σταθμούς 2 και 3 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις θέσεις τους. Το μήνα Δεκέμβριο και οι δύο σταθμοί εμφανίζουν γόνο μεγαλύτερου βάρους στα ανώτερα τμήματα της αρμαθιάς (θέσεις 1 και 2) και τον Ιανουάριο υπήρχαν βαρύτερα άτομα (και στους δύο σταθμούς), σε όλα τα τμήματα της αρμαθιάς.



Εικ. 3.8. Χρονική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους (g) του γόνου σε κάθε σταθμό, σε σχέση με το βάθος, δηλαδή ανάλογα με τη θέση στην αρμαθιά, με όρια εμπιστοσύνης για 95% πιθανότητα (CI 95% for the mean).

## Χρονική μεταβολή μέσου ξηρού βάρους σε σχέση με το βάθος

Η χρονική μεταβολή σχετικά με το μέσο ολικό ξηρό βάρος του γόνου σε κάθε σταθμό και θέση προέλευσης στην αρμαθιά (Εικ. 2.2) (ANOVA:  $P=0,00$  και έλεγχος Tukey), φαίνεται ότι το ολικό ξηρό βάρος του γόνου είναι παρόμοιο ( $0,001$  g) στις θέσεις του σταθμού 1 τους μήνες Φεβρουάριο και όλη την άνοιξη (Εικ. 3.9). Γόνος μεγαλύτερου βάρους σημειώθηκε το μήνα Δεκέμβριο με άτομα βαρύτερα στο τελευταίο άκρο της αρμαθιάς (θέση 4) και τον Ιανουάριο στα δύο τελευταία τμήματα της αρμαθιάς (θέσεις 3, 4). Στους σταθμούς 2 και 3 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις θέσεις τους. Το μήνα Δεκέμβριο και οι δύο σταθμοί εμφανίζουν γόνο μεγαλύτερου βάρους στα ανώτερα τμήματα της αρμαθιάς (θέσεις 1 και 2), και τον Ιανουάριο υπήρχαν βαρύτερα άτομα (και στους δύο σταθμούς) σε όλα τα τμήματα της αρμαθιάς.



Εικ. 3.9. Χρονική μεταβολή του μέσου ολικού ξηρού βάρους του γόνου σε κάθε σταθμό μελέτης, σε σχέση με το βάθος, δηλαδή ανάλογα με τη θέση στην αρμαθιά και όρια εμπιστοσύνης για 95% πιθανότητα (CI 95% for the mean).

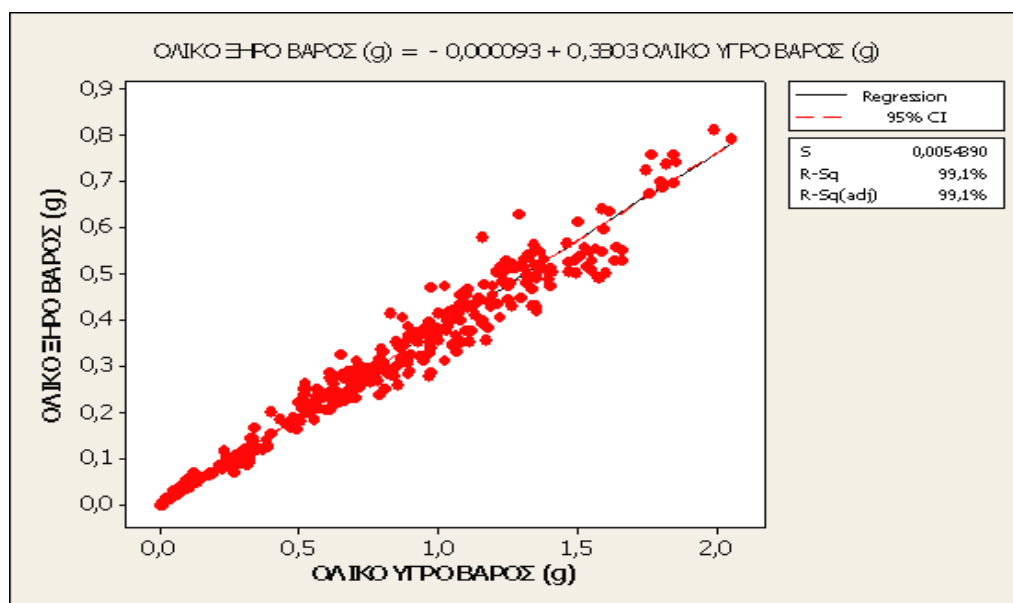


### Συσχέτιση ολικού υγρού βάρους (g) – ολικού ξηρού βάρους (g)

Η συσχέτιση των μέσων τιμών του ολικού υγρού και ξηρού βάρους (g) όλου του γόνου στην περιοχή μελέτης (Εικ. 3.10) περιγράφεται με την εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης.

$$\text{Ολικό ξηρό βάρος (g)} = -0,000093 + 0,3803 \text{ Ολικό υγρό βάρος (g)}.$$

Η σχέση είναι ισχυρή με συντελεστή προσδιορισμού  $R^2 = 99,1\%$ .



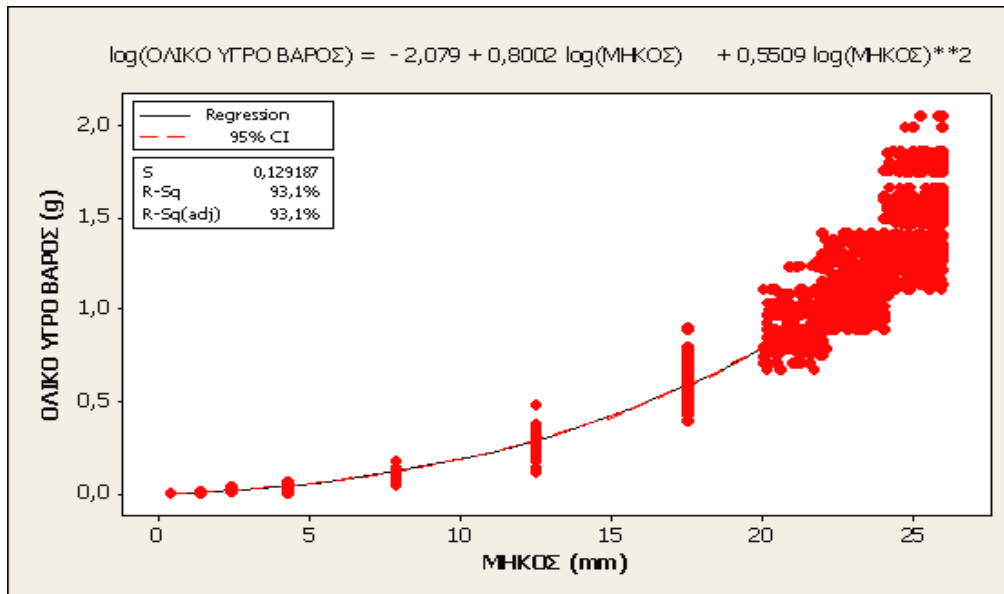
Εικ. 3.10. Μέσο ολικό υγρό βάρος και μέσο ολικό ξηρό βάρος του γόνου (N = 189.700 άτομα γόνου), με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (95 % CI).

### Συσχέτιση ολικού υγρού βάρους (g) – μήκους (cm)

Η συσχέτιση των μέσων τιμών του ολικού υγρού βάρους (g) και του μήκους (mm) όλου του γόνου στην περιοχή μελέτης (Εικ. 3.11), περιγράφεται με την εξίσωση εκθετικής παλινδρόμησης.

$$\log(\text{Ολικό υγρό βάρος (g)}) = -2,079 + 0,8002 \text{ Μήκος} + 0,5509 \log(\text{Μήκος (mm)}).$$

Η σχέση είναι ισχυρή με συντελεστή προσδιορισμού  $R^2 = 93,1\%$ .



Εικ. 3.11. Μέσες τιμές ολικού υγρού βάρους (g) και μήκους (mm) (N = 189.700 άτομα γόνου), με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (95 % CI).

### 3.2 Ενήλικα Μύδια.

#### **Μύδια > 2,6 cm**

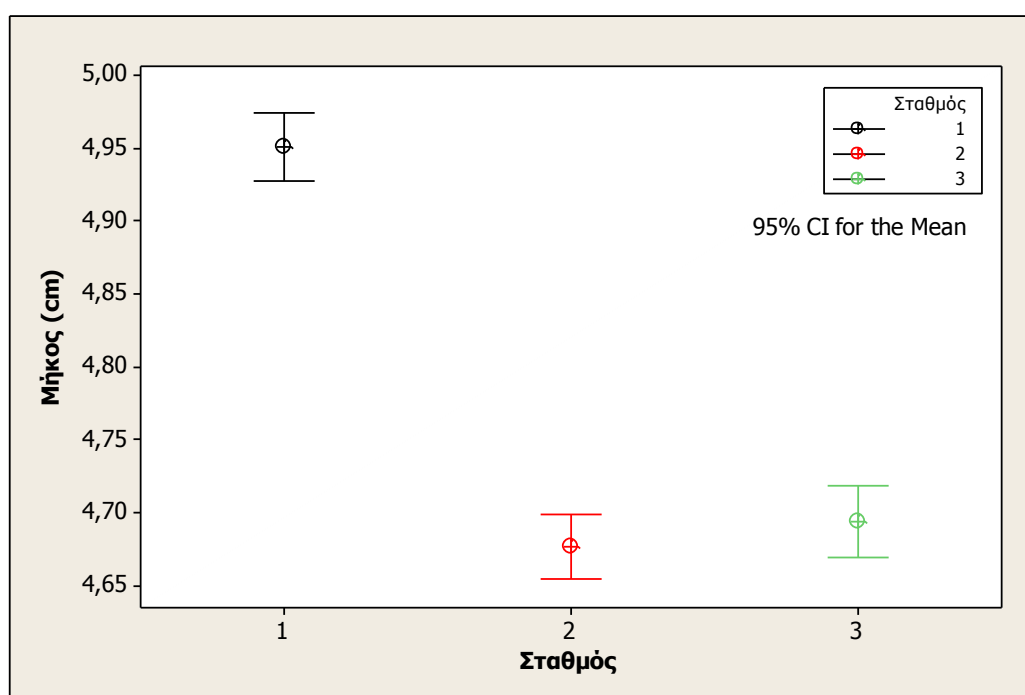
Η περιγραφική στατιστική των δεδομένων για τα ενήλικα μύδια, N = 14.206, στους σταθμούς μελέτης **1,2** και **3** παρουσιάζονται στον πίνακα 3. Αφορά σε 18 παραμέτρους.

Πίνακας 3. Περιγραφική στατιστική για 18 παραμέτρους που εξετάστηκαν στα ενήλικα μύδια (>2,60 cm) του Απριλίου, που θεωρήθηκε ο μήνας με την καλύτερη παραγωγή του διαχειριστικού έτους (2004 – 2005).

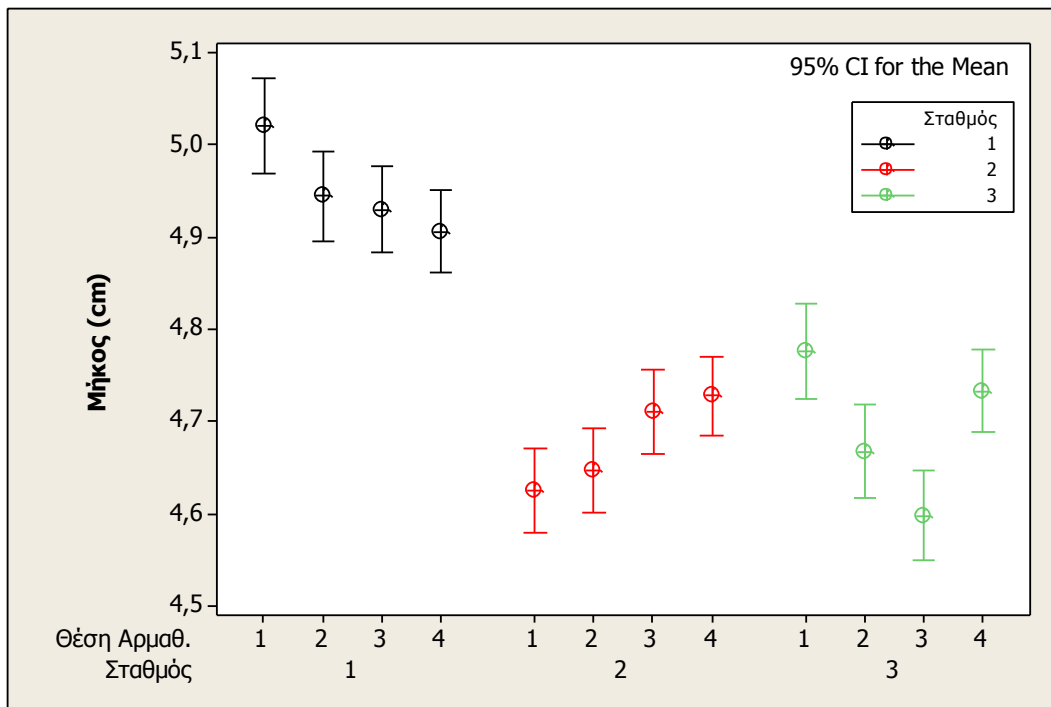
<b>Μύδια &gt; 2,6 cm</b>			
Παράμετρος	Σταθμός		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
N (Σύνολο ατόμων: 14.206)	3687	5446	5073
N / m Αρμαθιάς	439	452	427
CI% (ww) ± τυπική απόκλιση	47,05 ± 5,70	48,62 ± 5,29	47,57± 5,06
Μέσο μήκος (cm) ± τυπική απόκλιση	5,52 ± 0,62	5,46 ± 0,46	5,51 ± 0,51
Μέσο ολικό υγρό βάρος (g) ± τυπική απόκλιση	10,80 ± 2,97	9,91 ± 1,94	10,29 ± 2,14
Μέσο υγρό βάρος σώματος ± τυπική απόκλιση (g)	5,11 ± 1,62	4,80 ± 0,99	4,88 ± 1,12
Μέσο υγρό βάρος θυρίδων ± τυπική απόκλιση (g)	5,68 ± 1,57	5,11 ± 1,22	5,40 ± 1,25
Μέσο ολικό ξηρό βάρος (g) ± τυπική απόκλιση	4,973 ± 1,303	4,37 ± 0,94	4,727 ± 1,052
Μέσο ξηρό βάρος σώματος (g) ± τυπική απόκλιση	0,503 ± 0,159	0,465 ± 0,099	0,468 ± 0,114
Μέσο ξηρό βάρος θυρίδων (g) ± τυπική απόκλιση	4,471 ± 1,176	3,904 ± 0,880	2,435 ± 0,849
Εύρος τιμών CI%(ww)	30,33 – 64,50	31,63 – 65,71	32,46 – 65,45
Εύρος τιμών μήκους (cm)	2,60 – 7,22	4,10 – 6,70	4,05 – 7,17
Εύρος τιμών ολικού υγρού βάρους (g)	4,53 – 19,13	5,33 – 16,45	6,13 – 19,03
Εύρος τιμών υγρού βάρους σώματος (g)	1,40 – 9,84	2,11– 8,61	2,76 – 9,42
Εύρος τιμών υγρού βάρους θυρίδων (g)	2,06 – 10,61	2,04 – 10,24	2,51 – 10,40
Εύρος τιμών ολικού ξηρού βάρους (g)	2,178 – 9,174	1,956 – 7,948	2,344 – 8,468
Εύρος τιμών ξηρού βάρους σώματος (g)	0,132 – 0,956	0,206 – 0,866	0,207 – 1,035
Εύρος τιμών ξηρού βάρους θυρίδων (g)	1,982 – 8,456	1,750 – 7,082	2,030 – 7,584

## Μέσο μήκος (cm) των μυδιών σχετικά με το βάθος

Εξετάζοντας τις μέσες τιμές του μήκους (cm) των μυδιών σχετικά με το βάθος (Εικ. 3.12, 3.13), δηλαδή ανάλογα με τη θέση των ατόμων στη αρμαθιά (Εικ. 2.2), βρέθηκε ότι ο σταθμός 1 διαφέρει στατιστικά από τους άλλους δύο σταθμούς με μέσο μήκος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $4,95 \pm 0,74$  cm (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey) για  $N = 3747$ . Το μέσο μήκος (cm) των μυδιών του σταθμού αυτού φαίνεται να μειώνεται από τα ρηχότερα προς τα βαθύτερα και τελικά να εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μήκος μόνο μεταξύ της αρχής (θέση 1) και του τέλους της αρμαθιάς (θέση 4). Ο σταθμός 2 με μέσο μήκος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $4,68 \pm 0,85$  cm για  $N = 5446$ , δεν διαφέρει στατιστικά από το σταθμό 3 που έχει μέσο μήκος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $4,69 \pm 0,89$  cm για  $N = 5073$ , παρουσιάζει μεγαλύτερου μεγέθους μύδια στα δύο τελευταία τμήματα της αρμαθιάς, ενώ στατιστικά διαφέρουν μόνο τα μύδια της αρχής και του τέλους της αρμαθιάς. Ο σταθμός 3 παρουσιάζει διαφορετική εικόνα μεταξύ των βαθών σε σχέση με τους άλλους δύο. Πιο συγκεκριμένα, το μήκος των μυδιών μειώνεται με την αύξηση του βάθους μέχρι το βάθος τρίτης θέσης, ενώ στην τέταρτη θέση ανακάμπτει πλησιάζοντας το μήκος της πρώτης θέσης.



Εικ. 3.12. Μέσο μήκος (cm) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης, για  $N = 14206$ , όπου  $N =$  ο αριθμός ατόμων, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

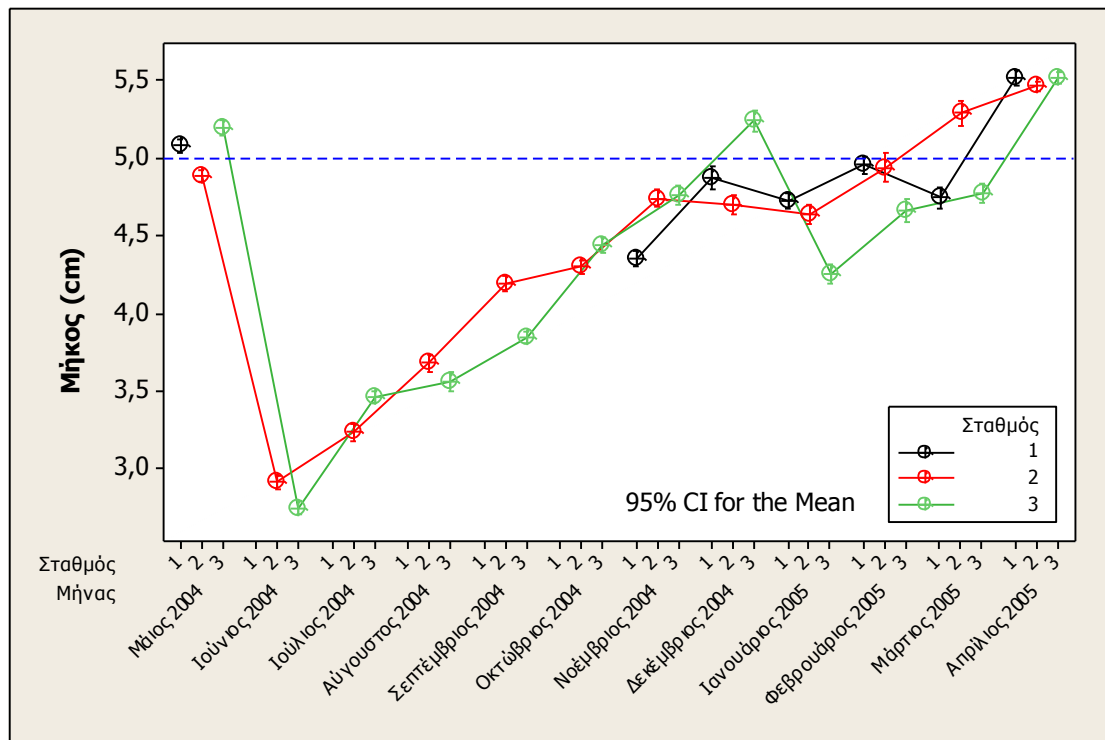


Εικ. 3.13. Μέσο μήκος (cm) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης, σε σχέση με το βάθος, ανάλογα με τις θέσεις των μυδιών στην αρμαθιά 1, 2, 3 και 4, για N = 14206, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Χρονική μεταβολή μέσου μήκους των μυδιών

Η χρονική μεταβολή του μέσου μήκους (cm) των μυδιών (Εικ. 3.14) δείχνει ότι κανένας σταθμός δεν εμφανίζει σταθερά κάποια υπεροχή, αλλά εναλλάσσονται χρονικά (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey). Τη χειρότερη εικόνα παρουσιάζει ο σταθμός 1 που μόνο τρεις φορές το χρόνο εμφανίζει υψηλό μήκος σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς. Η τάση του μήκους στο σταθμό 1 γενικά είναι αυξητική, παρατηρείται μείωσή της κατά τη χειμερινή περίοδο και ανάκαμψη μετέπειτα (άνοιξη).

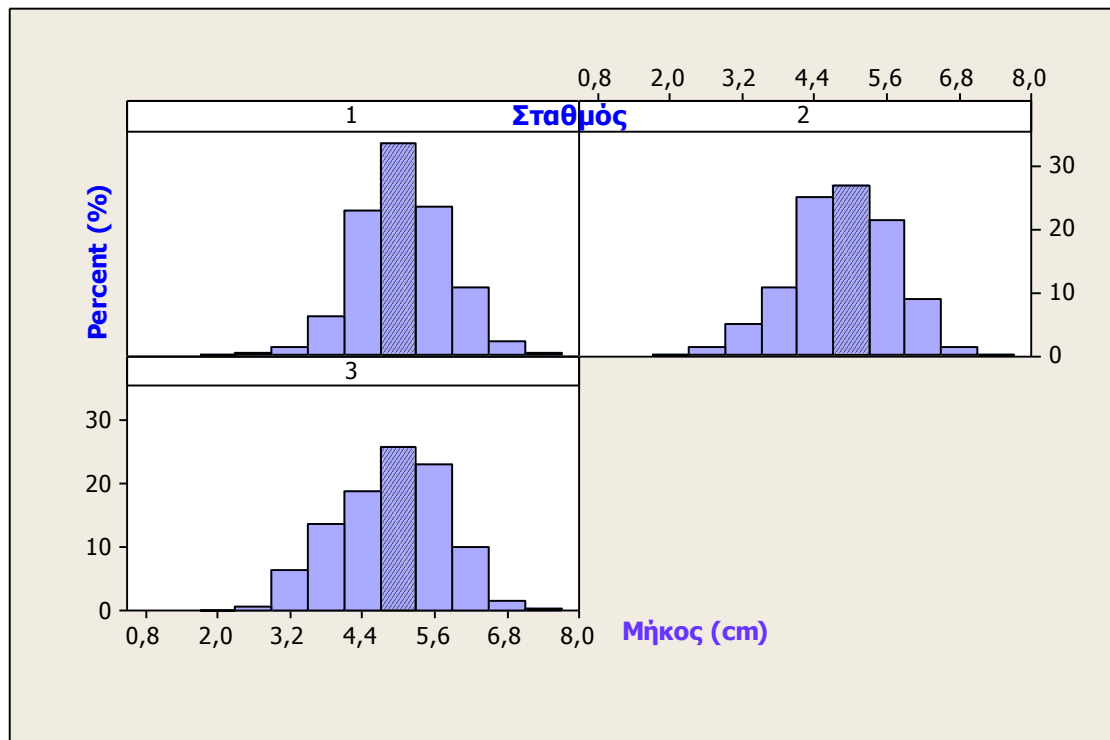
Το μικρότερο μέγεθος των μυδιών > 2,60 cm εμφανίζεται τον Ιούνιο στους σταθμούς 2 και 3, ενώ με την πάροδο των μηνών η γενική τάση του μέσου μήκους είναι αυξητική μέχρι το χειμώνα. Το επόμενο χειμερινό διάστημα το μήκος σχεδόν διατηρείται περίπου στα 4,50 cm και αρχίζει να αυξάνει την άνοιξη με μέγιστες μέσες τιμές (> 5,50 cm) τον Απρίλιο 2005. Σημαντικό, όμως, είναι το γεγονός ότι μύδια μεγαλύτερα του εμπορικού μεγέθους των μυδιών (5,00 cm), σε όλους τους σταθμούς υπάρχουν μόνο την άνοιξη και μόνο στο σταθμό 3 το Δεκέμβριο.



Εικ. 3.14. Η χρονική μεταβολή του μέσου μήκους (cm) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean), με τη μπλε διακεκομμένη γραμμή σημειώνεται το εμπορεύσιμο μέγεθος των 5,00 cm.

### Ανάλυση συχνότητας μέσου μήκους

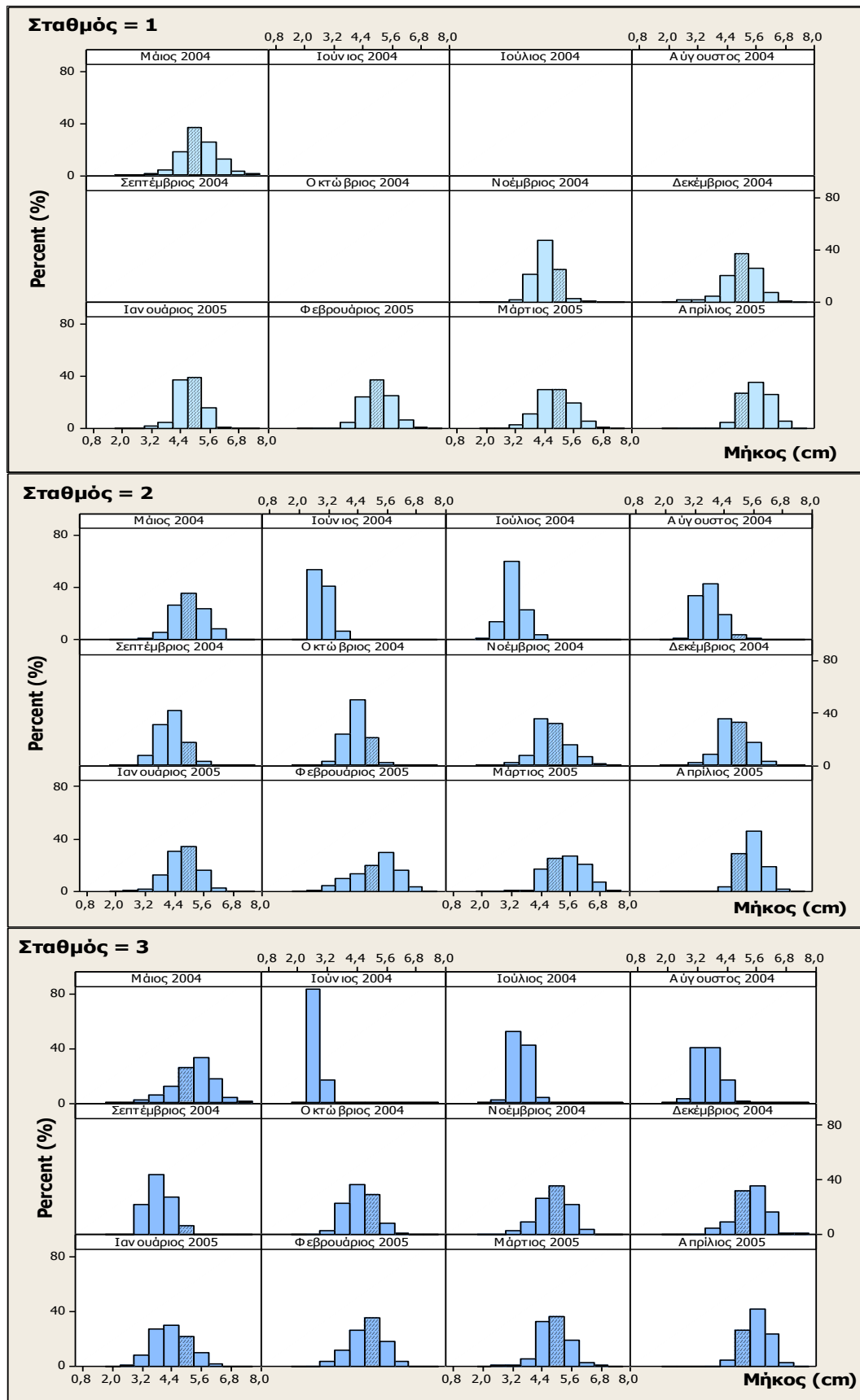
Από την ανάλυση συχνότητας του μέσου μήκους (cm) ανεξάρτητα χρόνου, φαίνεται ότι (Εικ. 3.15) ο σταθμός 1 διαθέτει το 80% των μυδιών εμπορεύσιμου μεγέθους (> 5,00 cm) με κυρίαρχη κλάση αυτή των 5,00 cm. Οι άλλοι δύο σταθμοί διαθέτουν εμπορικού μεγέθους μύδια σε παρόμοια ποσοστά που κυμαίνονται γύρω στο 60 %.



Εικ. 3.15. Ανάλυση συχνότητας μέσου μήκους (cm) στους σταθμούς μελέτης.

### Ανάλυση συχνότητας μήκους χρονικά

Η ανάλυση της συχνότητας του μέσου μήκους των μυδιών χρονικά (Εικ. 3.16), έδειξε ότι και στους τρεις σταθμούς υπάρχει διαφορά στην παρουσία των διαφόρων κλάσεων. Έτσι, στο σταθμό 1 όταν υπήρχε παρουσία μυδιών καταγράφηκε πάντα εμπορεύσιμο προϊόν σε διαφορετικά ποσοστά με μεγαλύτερη παρουσία τους μήνες Απρίλιο και Μάιο. Στο σταθμό 2 εμπορεύσιμα μύδια παρουσιάζονται από το μήνα Αύγουστο ως και την επόμενη άνοιξη. Στο σταθμό 3, λίγο αργότερα, τα εμπορεύσιμα μύδια υπάρχουν από το μήνα Σεπτέμβριο ως και την επόμενη άνοιξη. Ο καλλιεργητής του σταθμού 3, τον Ιούνιο, έχει τοποθετήσει γόνο ομοιόμορφου μεγέθους σε σχέση με το σταθμό 2.

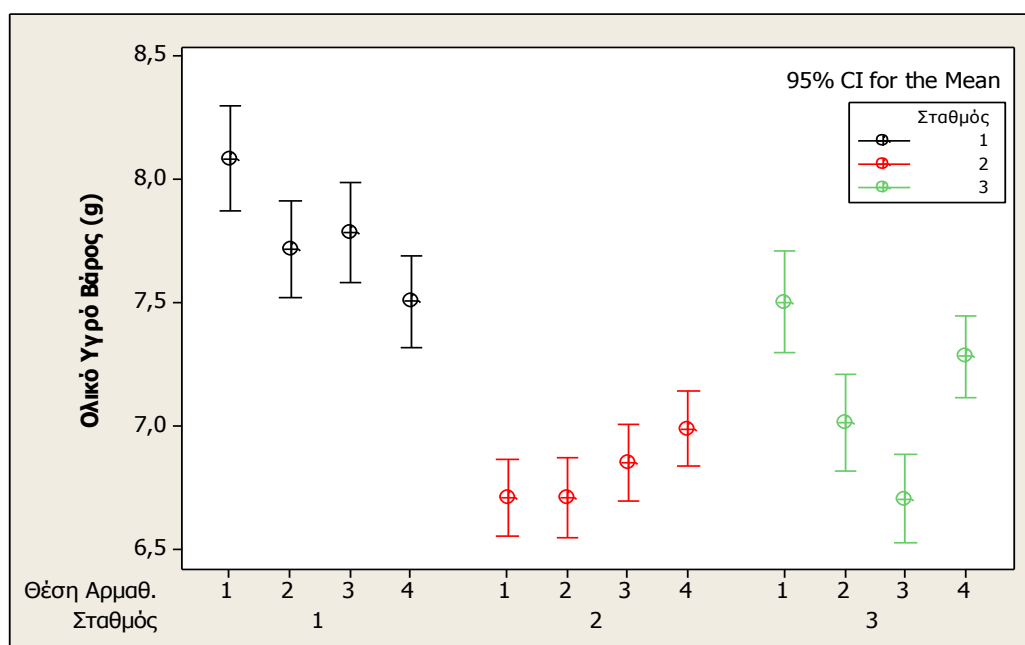


Εικ. 3.16. Ανάλυση συχνότητας των κλάσεων μήκους (cm) των μυδιών χρονικά, στους σταθμούς μελέτης (N = 14.206 άτομα ενήλικων μυδιών)



### Μέσο ολικό υγρό βάρος σε σχέση με το βάθος

Σχετικά το μέσο ολικό υγρό βάρος (g) των μυδιών ως προς το βάθος (Εικ. 3.17), δηλαδή ανάλογα με τη θέση των μυδιών στην αρμαθιά (Εικ. 2.2), η εικόνα είναι σχεδόν ταυτόσημη με εκείνη του μέσου μήκους (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey). Έτσι, ο σταθμός 1 διαφέρει στατιστικά από τους σταθμούς 2 και 3 διαθέτοντας μεγαλύτερου βάρους μύδια με μέσο ολικό υγρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $7,77 \pm 3,03$  g, ενώ οι σταθμοί 2 και 3 έχουν μέσο ολικό υγρό βάρος  $\pm$  τυπική απόκλιση  $6,81 \pm 2,92$  g και  $7,12 \pm 3,35$  g αντίστοιχα. Το βάρος των μυδιών μειώνεται γενικά, με την αύξηση του βάθους στους σταθμούς 1 και 3 ενώ αυξάνει στο σταθμό 2. Μια εξαίρεση παρατηρείται στο σταθμό 3 όπου το βάρος ανακάμπτει στο βαθύτερο τμήμα της αρμαθιάς, φτάνοντας το βάρος του επάνω τμήματός της.

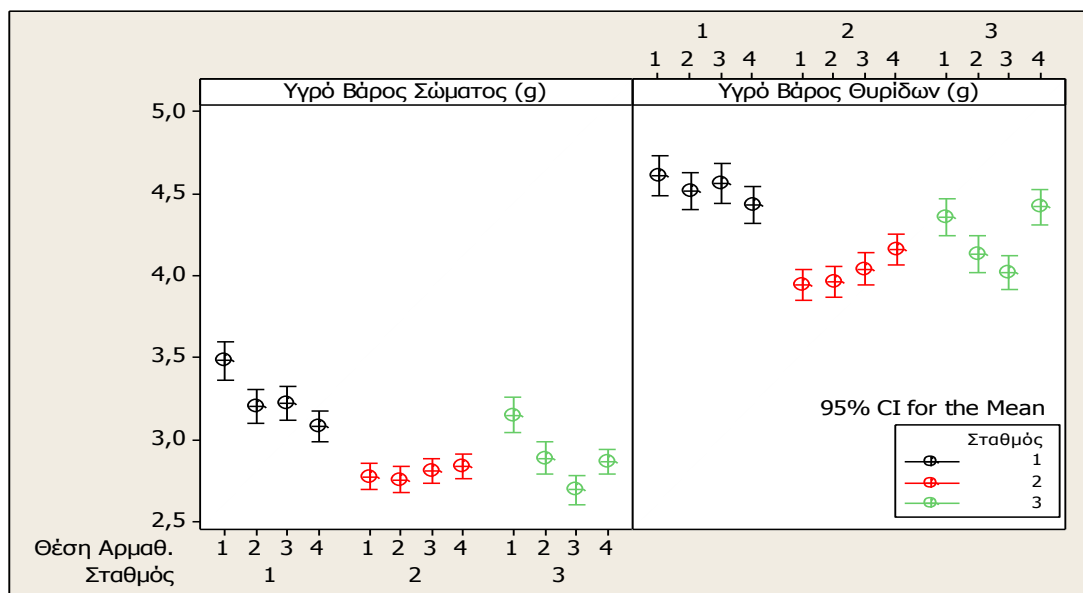


Εικ. 3.17. Μέσο ολικό υγρό βάρος (g) των μυδιών σε σχέση με το βάθος στους σταθμούς δειγματοληψίας 1, 2 και 3 στην περιοχή μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Μεταβολή υγρών βαρών σώματος και θυρίδων σε σχέση με το βάθος

Η επεξεργασία των στοιχείων του μέσου υγρού βάρους σώματος (g) και του μέσου υγρού βάρους θυρίδων (g) των μυδιών (Εικ. 3.18) σε σχέση με το βάθος,

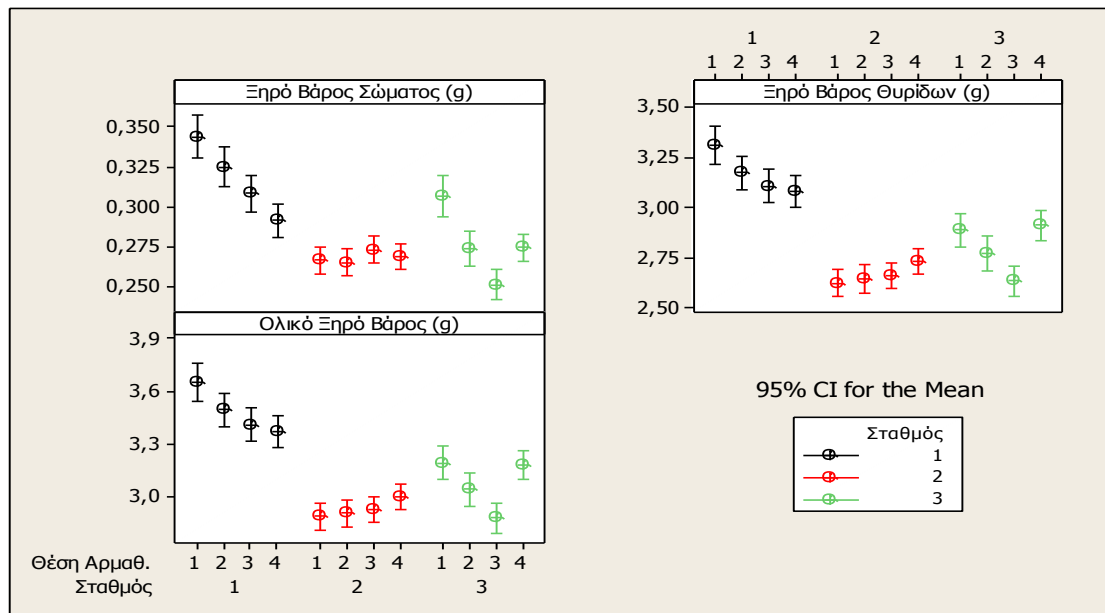
δηλαδή ανάλογα με τη θέση των ατόμων στην αρμαθιά (Εικ. 2.2), ακολουθεί την ίδια πορεία όπως περιγράφηκε για το μέσο ολικό υγρό βάρος (g) (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey).



Εικ. 3.18. Μέσο υγρό βάρος σώματος και θυρίδων (g) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης σε σχέση με το βάθος (θέσεις 1, 2, 3 και 4), με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Μεταβολή ξηρών βαρών σε σχέση με το βάθος

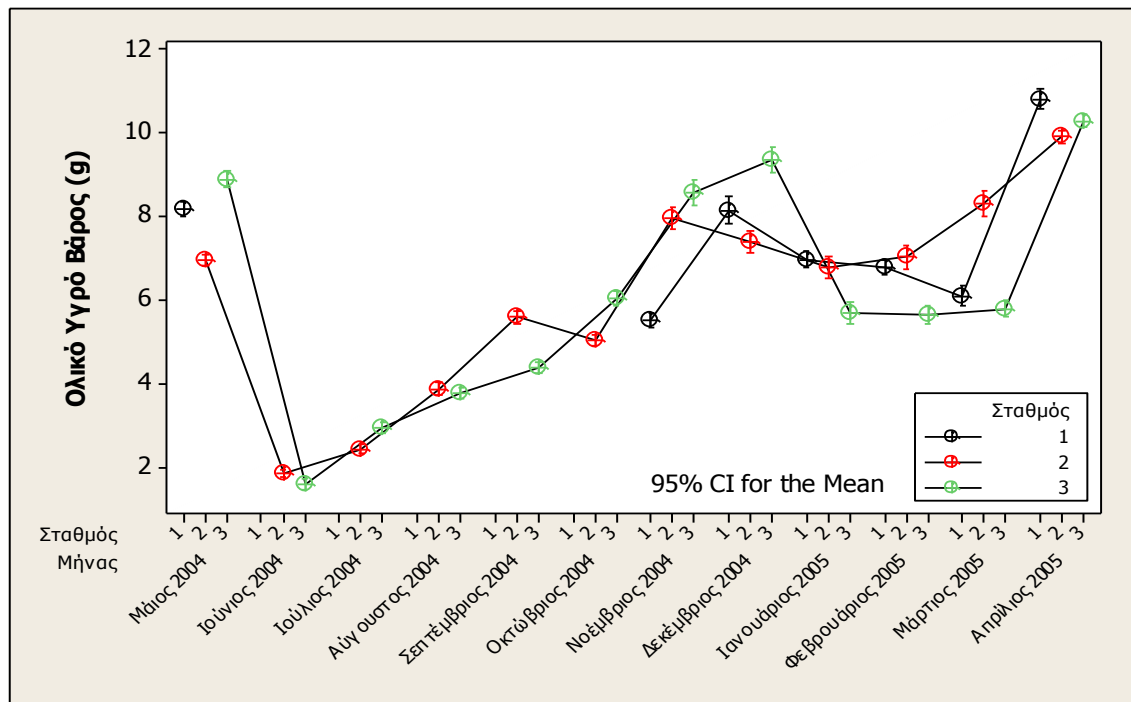
Η ανάλυση των στοιχείων για τις μέσες τιμές του ξηρού βάρους σώματος (g), του ξηρού βάρους θυρίδων (g) και του ολικού ξηρού βάρους (g) των μυδιών (Εικ. 3.19) σε σχέση με το βάθος, δηλαδή ανάλογα με τη θέση στην αρμαθιά (Εικ. 2.2), δεν διαφοροποιήθηκε από την ανάλυση των προηγούμενων στοιχείων για τα μέσα υγρά βάρη (g) (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey).



Εικ. 3.19. Μέσο ξηρό βάρος σώματος (g), μέσο ξηρό βάρος θυρίδων (g) και μέσο ολικό ξηρό βάρος (g) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης σχετικά με το βάθος, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Μεταβολή ολικού υγρού βάρους χρονικά

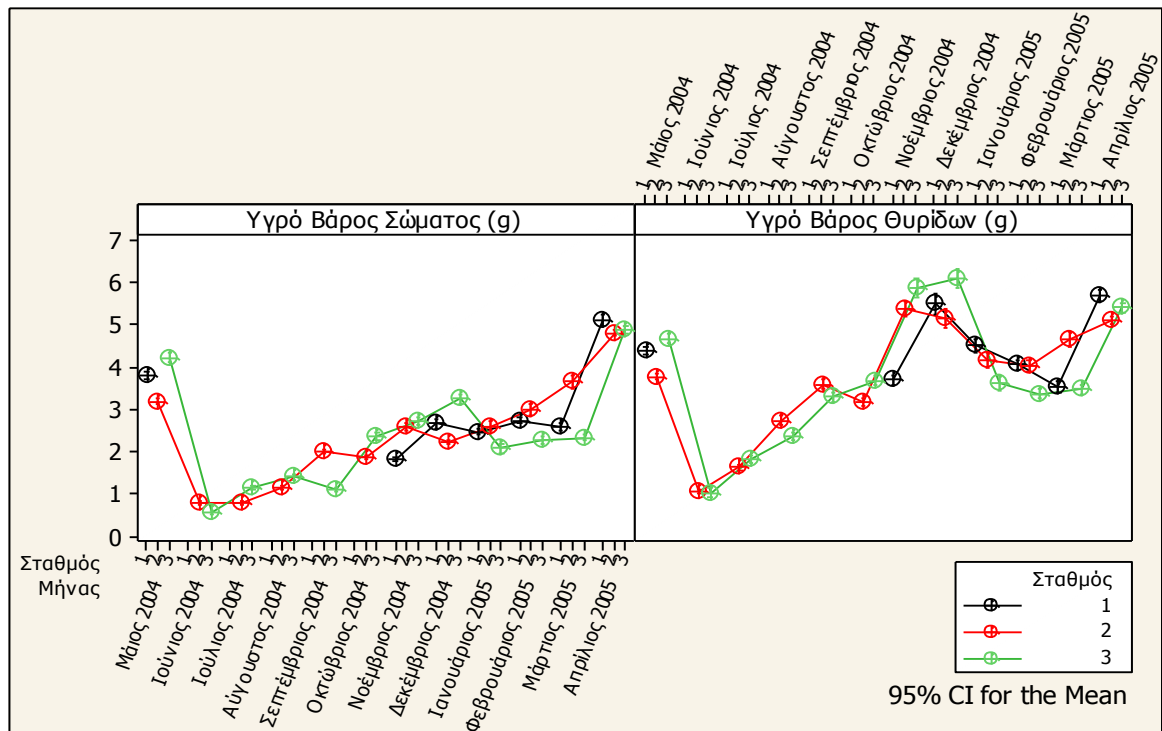
Η χρονική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους (g) δίνει σχεδόν πανομοιότυπη εικόνα (Εικ. 3.20) με εκείνη του μέσου μήκους (cm). Συνεπώς κανένας σταθμός δεν φαίνεται να υπερέχει, αλλά εναλλάσσονται χρονικά (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey). Ο σταθμός 1 παρουσιάζει τη χειρότερη εικόνα, καθώς μόνο τρεις φορές το χρόνο εμφανίζει υψηλό βάρος σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς. Η τάση στο σταθμό 1 γενικά είναι αυξητική, παρατηρείται μείωση της το χειμώνα και ανάκαμψη μετέπειτα (άνοιξη). Η μικρότερη τιμή του βάρους των μυδιών εμφανίζεται, τον Ιούνιο που είναι  $> 1,05$  g για το σταθμό 2 και  $> 1,06$  g για το σταθμό 3. Με την πάροδο των μηνών, η γενική τάση του μέσου ολικού υγρού βάρους αυξάνει μέχρι την αρχή του χειμώνα. Το επόμενο χειμερινό διάστημα, το βάρος σχεδόν διατηρείται σε τιμές γύρω στα 6 g, για να αρχίσει να αυξάνει την άνοιξη, με μέγιστες τιμές ( $> 10$  g) τον Απρίλιο 2005.



Εικ. 3.20. Η χρονική μεταβολή του μέσου ολικού υγρού βάρους (g) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Χρονική μεταβολή υγρών βαρών σώματος και θυρίδων

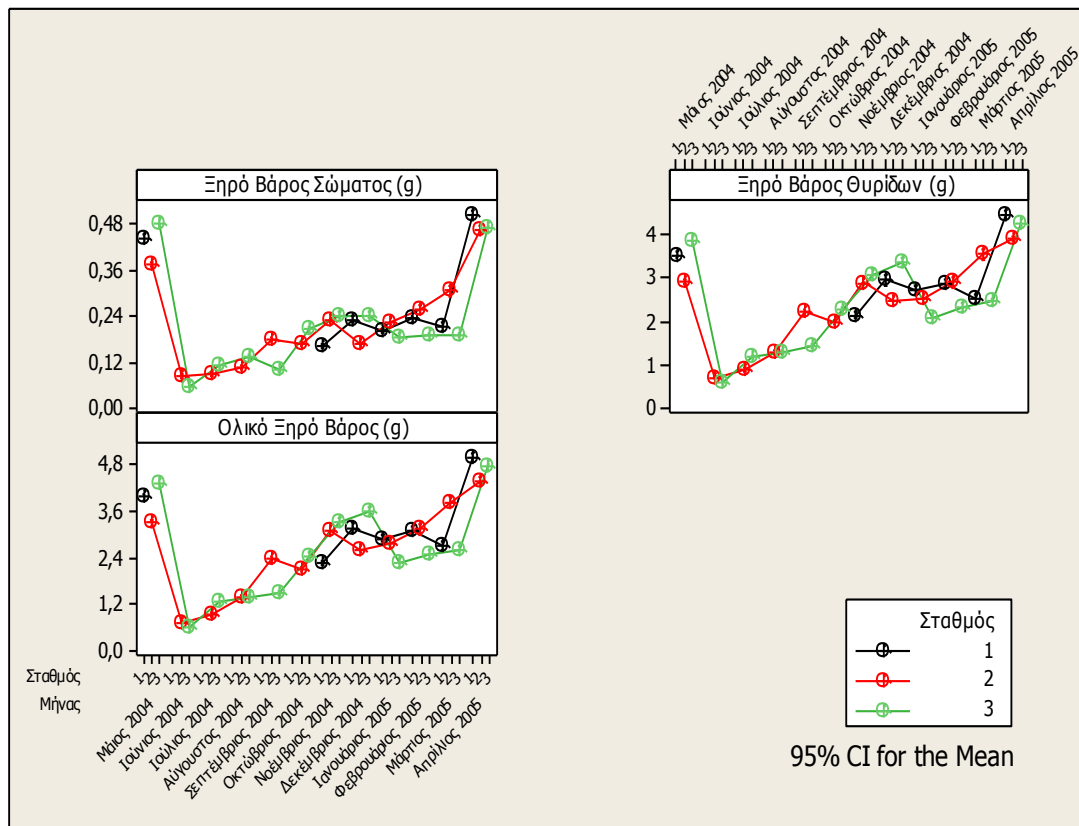
Η επεξεργασία των στοιχείων του μέσου υγρού βάρους σώματος (g) και του μέσου υγρού βάρους θυρίδων (g) των μυδιών χρονικά (Εικ. 3.21), έδειξε ότι η τάση των βαρών είναι αυξητική γενικότερα και ακολουθεί την ίδια πορεία με αυτήν του μέσου ολικού υγρού βάρους σώματος (g) (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tukey).



Εικ. 3.21. Η χρονική μεταβολή του μέσου υγρού βάρους σώματος (g) και του μέσου υγρού βάρους θυρίδων (g) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης για N = 14206, με όρια εμπιστοσύνης 95 % πιθανότητα (CI 95 % for the mean).

### Μεταβολή ξηρών βάρων χρονικά

Σχετικά με το μέσο ξηρό βάρος σώματος (g), το μέσο ξηρό βάρος θυρίδων (g) και με το μέσο ολικό ξηρό βάρος (g) των μυδιών χρονικά (Εικ. 3.22), η εικόνα είναι σχεδόν ταυτόσημη με εκείνες του μέσου υγρού βάρους (g) (Εικ. 3.20 & Εικ. 3.21). Σε γενικές γραμμές, φαίνεται ότι ο σταθμός 3 υστερεί στο μεγαλύτερο διάστημα σε σχέση με τους άλλους δύο σταθμούς, σε όλα τα επιμέρους μέσα ξηρά βάρη (g) των μυδιών (ANOVA: P = 0,00 και έλεγχος Tukey).



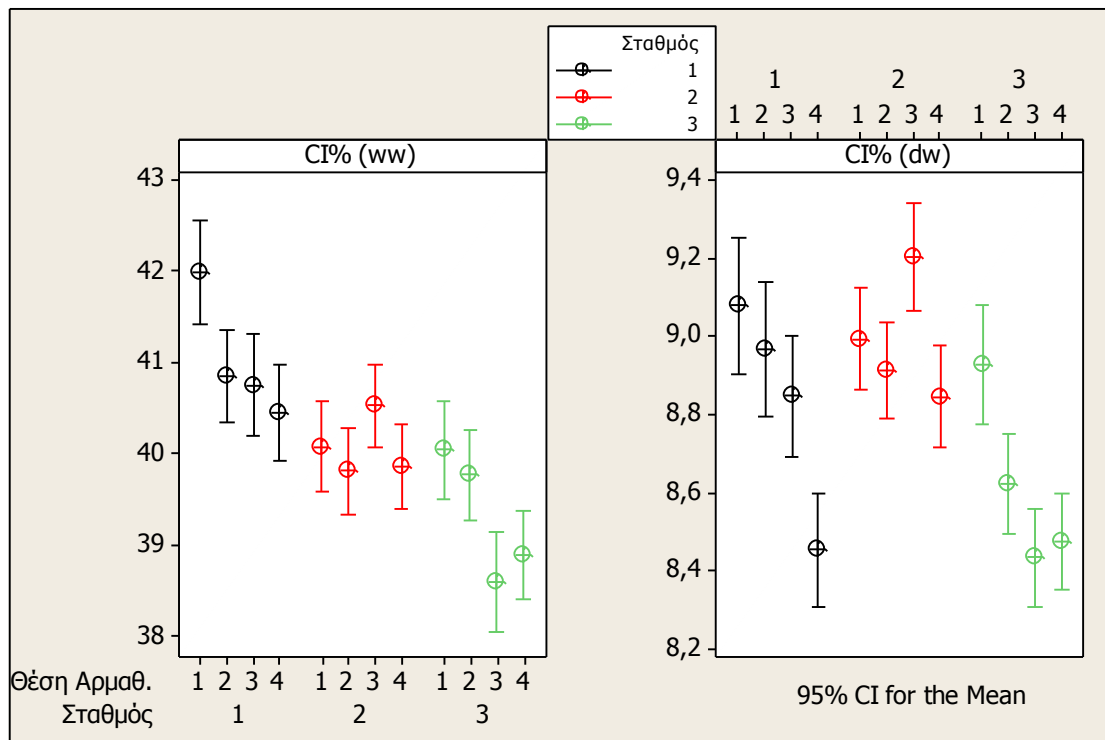
Εικ. 3.22. Η χρονική μεταβολή των μέσων τιμών του ξηρού βάρους σώματος (g), του ξηρού βάρους θυρίδων (g) και του ολικού ξηρού βάρους (g) των μυδιών στους σταθμού μελέτης, με όρια εμπιστοσύνης 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Μεταβολή με το βάθος του δείκτη ευρωστίας υγρού και ξηρού βάρους CI% (ww και dw)

Ο δείκτης ευρωστίας CI% (ww) για το μέσο υγρό βάρος (g) των μυδιών είναι χαμηλός και κυμαίνεται πάντα κάτω από 50% σε όλους τους σταθμούς (Εικ. 3.23). Πιο συγκεκριμένα, στο σταθμό 1 είναι  $47,05 \pm 5,70$ , στο σταθμό 2 είναι  $48,62 \pm 5,29$  και στο σταθμό 3 είναι  $47,57 \pm 5,06$  (οι μέσες τιμές του δείκτη ευρωστίας βασίζονται στα υγρά βάρη των μυδιών του μήνα Απριλίου, που είναι μεγαλύτερες του έτους), δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στατιστικά μεταξύ των σταθμών (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tucky). Γενικά, ο σταθμός 3 έχει το χαμηλότερο CI% (ww) ιδιαίτερα στα βάρη 3 και 4.

Σε σχέση με το βάθος, η τάση του δείκτη ευρωστίας στο σταθμό 1 παρουσιάζει μείωση καθώς αυξάνεται το βάθος, με αποτέλεσμα η πρώτη θέση να διαφέρει στατιστικά από τις άλλες τρεις. Στο σταθμό 2 ο CI% παρουσιάζεται

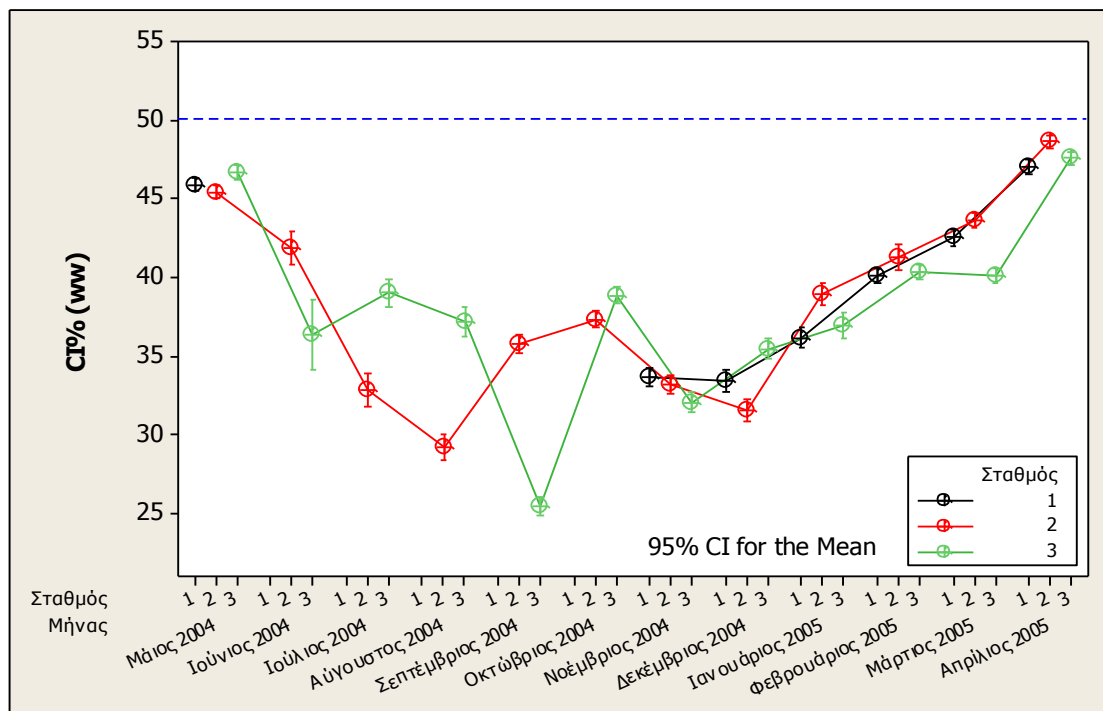
μεγαλύτερος στην τρίτη θέση στην αρμαθιά, αλλά καμία από τις τέσσερις θέσεις δεν διαφέρει στατιστικά. Στο σταθμό **3** ο CI% στα δύο ανώτερα τμήματα της αρμαθιάς (θέσεις 1 και 2) είναι αυξημένος, σε σχέση με τις θέσεις 3 και 4 όπως προαναφέρθηκε. Ο δείκτης ευρωστίας CI% (dw) για το ξηρό βάρος των μυδιών στο σταθμό **1** είναι  $10,14 \pm 1,99$ , στο σταθμό **2** είναι  $10,81 \pm 1,90$  και στο σταθμό **3** είναι  $10,01 \pm 1,67$ , παρουσιάζονται ομοιότητες στατιστικά. Στο σταθμό **1** η τάση του δείκτη ευρωστίας μειώνεται καθώς αυξάνεται το βάθος και η θέση 4 στην αρμαθιά, διαφέρει στατιστικά από τις άλλες τρεις παρουσιάζοντας το χαμηλότερο δείκτη ευρωστίας του σταθμού αυτού. Στο σταθμό **2**, ο CI% υγρών και ξηρών βαρών είναι αυξημένος στην τρίτη θέση, η οποία διαφέρει από τις θέσεις 2 και 4, αλλά ομοιάζει στατιστικά με τη θέση 1, δηλαδή οι θέσεις 1, 2 και 4 έχουν παρόμοιο CI%. Στο σταθμό **3** ο CI% (dw) παρουσιάζεται αυξημένος στην πρώτη θέση της αρμαθιάς και μειώνεται καθώς αυξάνεται το βάθος, με αποτέλεσμα η θέση 1 να διαφέρει στατιστικά από τις άλλες τρεις.



Εικ. 3.23. Μέσες τιμές του δείκτη ευρωστίας CI% υγρών (ww) και ξηρών (dw) βαρών στους σταθμούς μελέτης σχετικά με το βάθος, με όρια εμπιστοσύνης 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Χρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας υγρού βάρους CI% (ww)

Αναλύοντας τις μέσες τιμές του δείκτη ευρωστίας CI% (ww) για το υγρό βάρος (εμπορικό βάρος) των μυδιών των σταθμών μελέτης χρονικά (Εικ. 3.24), φάνηκε ότι το ποσοστό του είναι πολύ κάτω από το 50% και στους τρεις σταθμούς. Σε όλους τους σταθμούς η τάση του δείκτη ευρωστίας εμφανίζεται σταθερά αυξανόμενη από το Δεκέμβριο ως και τον Απρίλιο του επόμενου έτους. Συνήθως, ο CI% τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους έχει τιμές 30 – 40%. Ενώ τους καλοκαιρινούς και φθινοπωρινούς μήνες τουλάχιστον για τους σταθμούς 2 και 3, οι τάσεις είναι σχεδόν αντίθετες (ANOVA: P = 0,00 και έλεγχος Tucky).

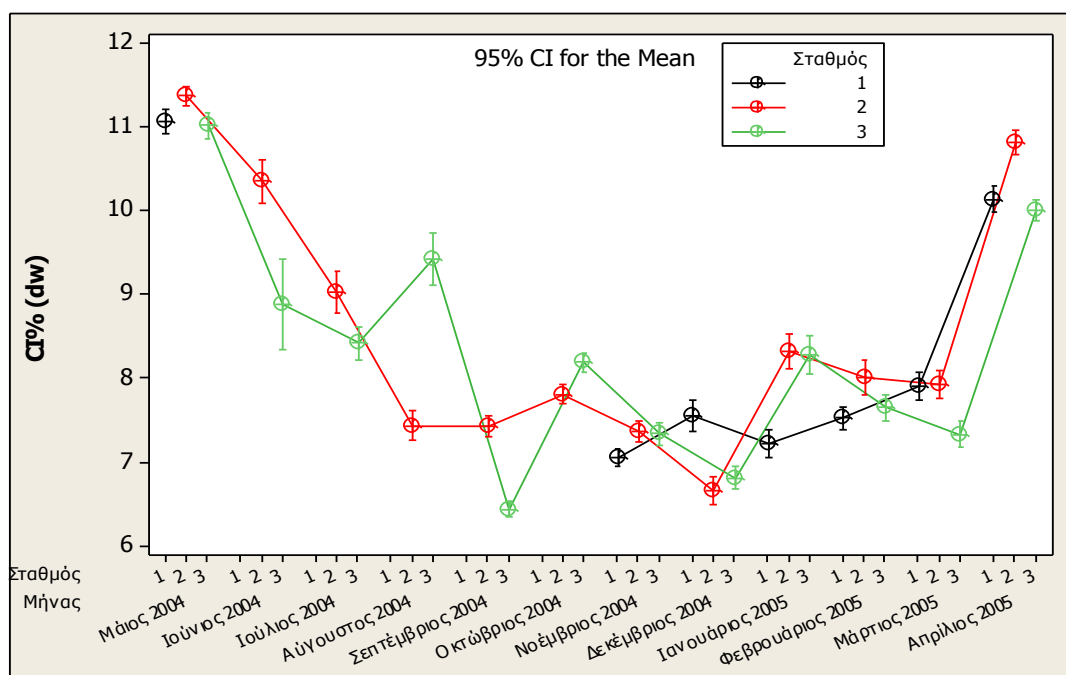


Εικ. 3.24. Η χρονική μεταβολή των μέσων τιμών του δείκτη ευρωστίας CI% (ww) για το υγρό βάρος των μυδιών, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95 % for the mean).



### Χρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας ξηρού βάρους CI% (dw)

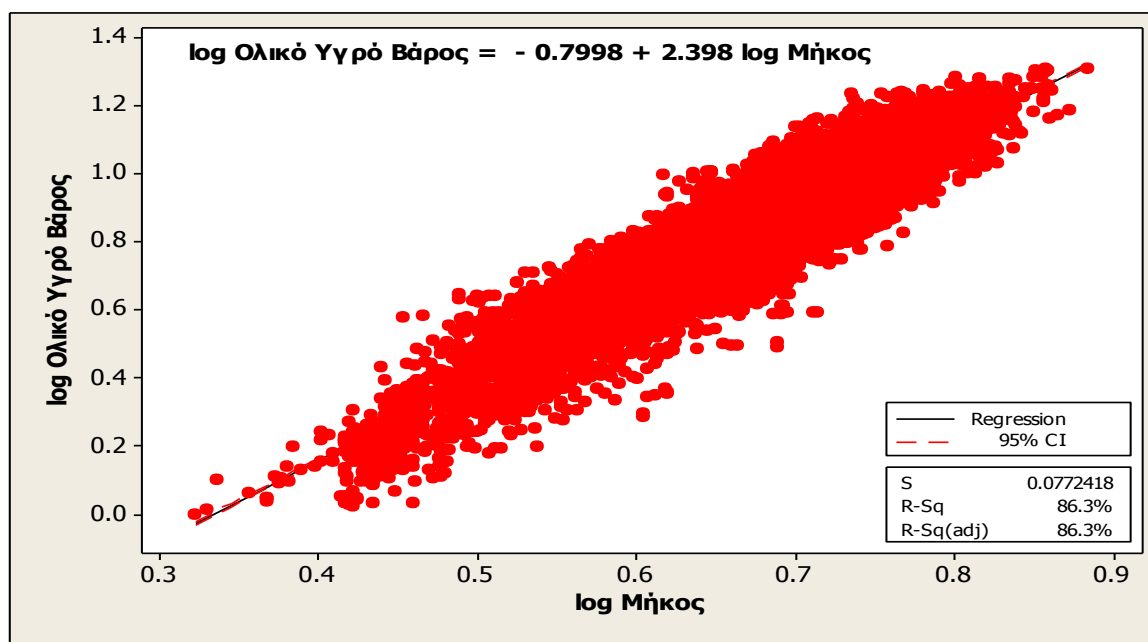
Η ίδια σχεδόν εικόνα παρουσιάζεται και για το δείκτη ευρωστίας CI% (dw) για τα ξηρά βάρη (Εικ. 3.25). Στην περίπτωση μόνο του σταθμού 3, ο CI% (dw) μειώνεται το Δεκέμβριο και ανακάμπτει τον επόμενο μήνα (ANOVA:  $P = 0,00$  και έλεγχος Tucky).



Εικ. 3.25. Η χρονική μεταβολή των μέσων τιμών του δείκτη ευρωστίας CI% (dw) για το ξηρό βάρος των μυδιών, με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean)

## Ρυθμός Αύξησης των μυδιών

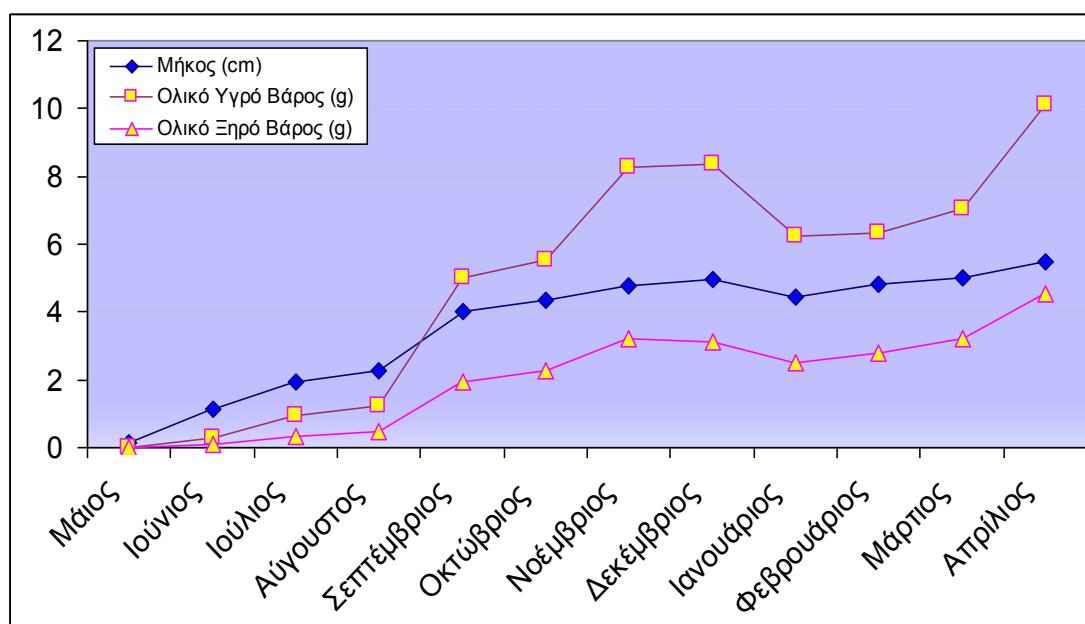
Η σχέση που συνδέει το μήκος με το ολικό υγρό βάρος είναι ισχυρή (ANOVA  $P=0,000$ ,  $N=13803$ ) με συντελεστή προσδιορισμού  $R^2= 86,3 \%$  και παρουσιάζεται στην εικόνα 3.26.



Εικ. 3.26. Συσχέτιση του μέσου μήκους (cm) και ολικού υγρού βάρους (g) με όρια εμπιστοσύνης 95 % πιθανότητα (95 % CI).

## Χρονική μεταβολή του ρυθμού αύξησης των μυδιών

Η χρονική μεταβολή του μήκους και του βάρους των μυδιών αποδίδει το ρυθμό αύξησης του μυδιού και συνδυασμένα, οι αντίστοιχες τιμές γόνου και ενηλίκων, δίνουν τις καμπύλες αύξησης των εν λόγω παραμέτρων, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.27.



Εικ. 3.27. Ρυθμός αύξησης των μυδιών σύμφωνα με τις μέσες τιμές του μήκους (mm), και των ολικών βαρών (υγρού και ξηρού), στους σταθμούς 2 και 3 στην περιοχή μελέτης (Λουδίας).

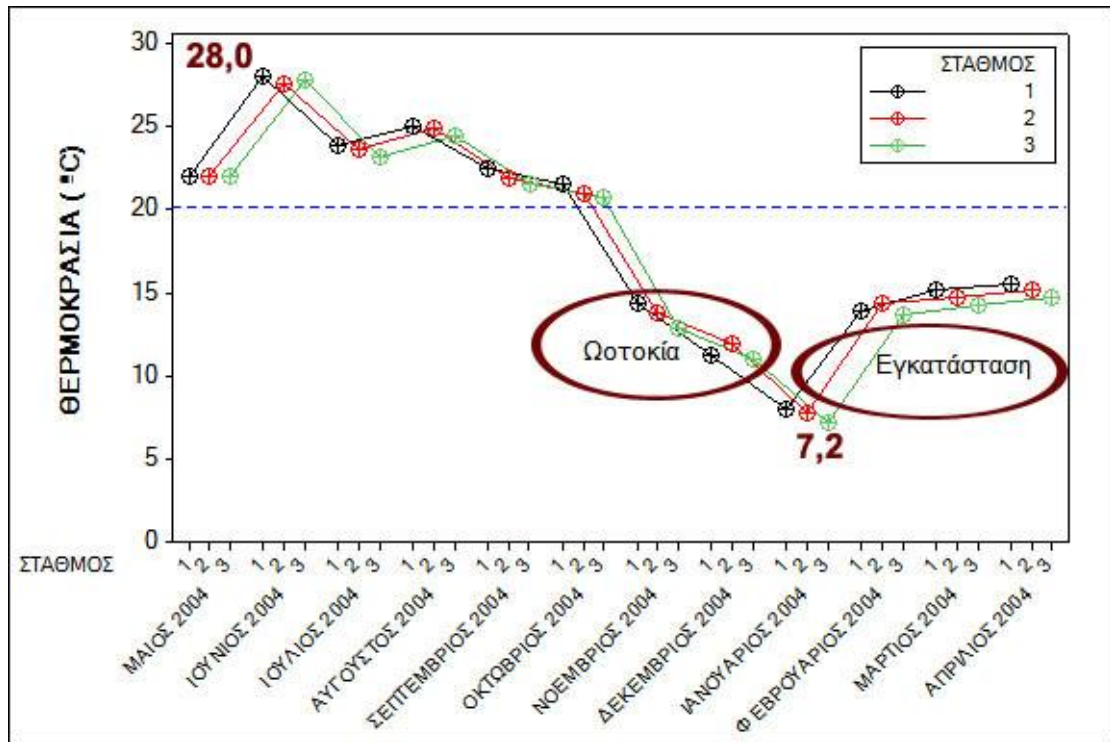
## **Κεφάλαιο 4. Συζήτηση**

### **4.1 Γόνος**

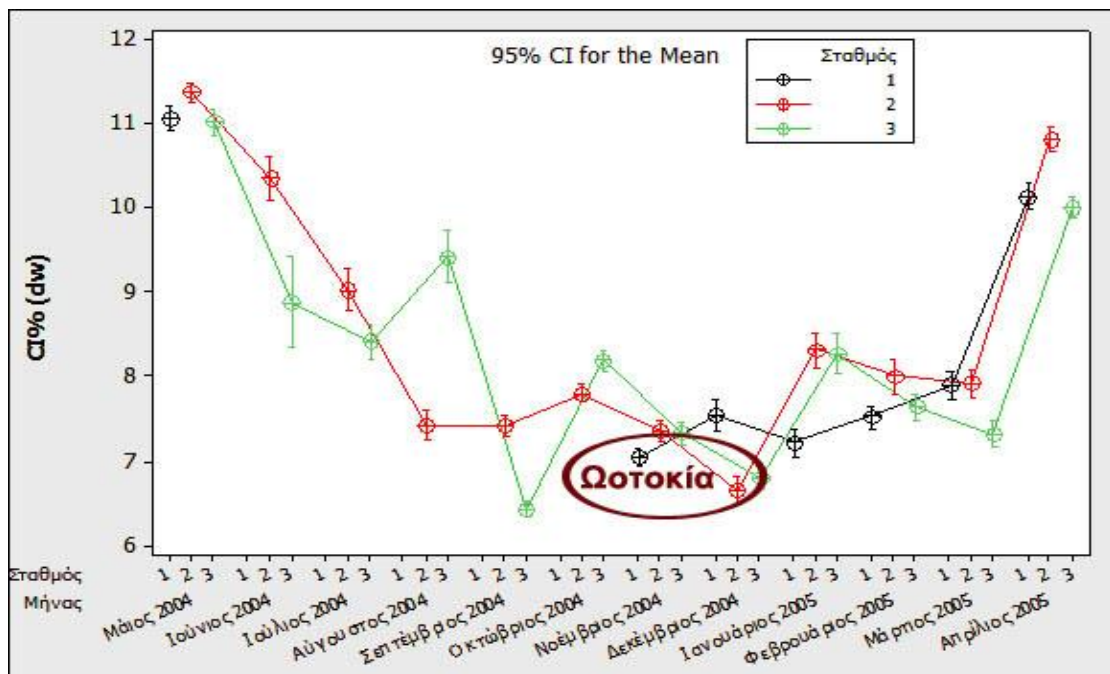
#### **Βιολογικός κύκλος**

Μια από τις βασικές παραμέτρους στο βιολογικό κύκλο των μυδιών είναι η θερμοκρασία του νερού. Αυτή, όπως φαίνεται στη εικόνα 4.1, παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος από άλλες περιοχές της Μεσογείου όπως για παράδειγμα η Χαλάστρα (ΕΚΘΕ 2001, Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007) ή ο κόλπος του Τάραντα (Ιταλία), που δεν πέφτει το χειμώνα κάτω από τους 10 °C (Della Rica, 1996). Η ωτοκία πρέπει να έλαβε χώρα στην περιοχή μελέτης, την περίοδο που λίγο πριν ο δείκτης ευρωστίας είναι χαμηλότερος στις αρχές του χειμώνα (Εικ. 4.1 & 4.2), όταν η θερμοκρασία του νερού έπεσε κάτω από τους 15 °C. Η θερμοκρασία αυτή σηματοδοτεί την ωτοκία και στην περιοχή της Χαλάστρας (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007).

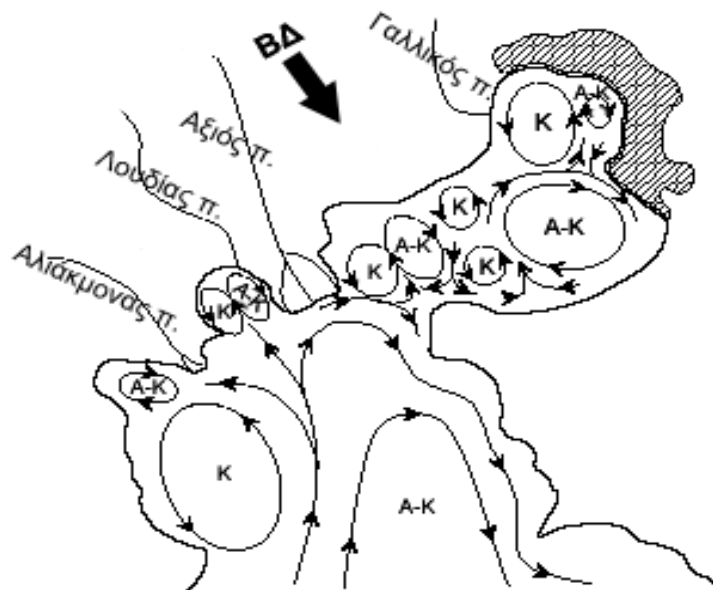
Η εγκατάσταση του γόνου παρατηρήθηκε κυρίως από το Φεβρουάριο (Εικ. 4.2), όταν η θερμοκρασία του νερού αυξήθηκε και σχεδόν σταθεροποιήθηκε για αρκετό χρονικό διάστημα (τρίμηνο) (Εικ. 4.1). Ο μέγιστος αριθμός γόνου σημειώθηκε το Μάιο, όπως και στη Χαλάστρα (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007) αλλά με ένα μήνα καθυστέρηση συγκρινόμενος με την περιοχή του Τάραντα (Della Rica, 1996) και με παρόμοιες θερμοκρασίες. Η μεγαλύτερη ποσότητα γόνου προέρχεται από το σταθμό **3** (Εικ. 3.3) που μάλλον δέχεται τον περισσότερο υδροδυναμισμό σε σχέση με τους άλλους δυο και είναι κοντά σε σταθμό όπου καταμετρήθηκε ταχύτητα ρευμάτων μέχρι 17 cm/s (ΕΚΘΕ, 2001) και η φορά των ρευμάτων, επειδή είναι από βόρειες προς νότιες διευθύνσεις (Barber & Volakos 1997), τα ρεύματα διερχόμενα από πλωτά και πασσαλωτά μυδοτροφεία μεταφέρουν τις νύμφες στο σταθμό **3** (Εικ. 4.3). Η παράμετρος του υδροδυναμισμού επίσης, αυξάνει την επιβίωση των μετανυμφών κατά την εγκατάστασή τους (Alfaro, 2005).



Εικ. 4.1. Χρονική μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού στους σταθμούς 1, 2 και 3 στην περιοχή μελέτης, όπου σημειώνεται η περίοδος ωοτοκίας των μυδιών και εγκατάστασης του γόνου τους.



Εικ. 4.2. Χρονική μεταβολή του δείκτη ευρωστίας ξηρού βάρους με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean) των ενήλικων μυδιών στους σταθμούς 1, 2 και 3, όπου σημειώνεται και η περίοδος ωοτοκίας τους.



Εικ. 4.3. Προβλεπόμενη υδροδυναμική κυκλοφορία προκαλούμενη από τον επικρατέστερο Β-ΒΔ άνεμο στο Θερμαϊκό κόλπο. Α=αντικυκλωτική, C=κυκλονική ροή (Barder & Volakos, 1997)

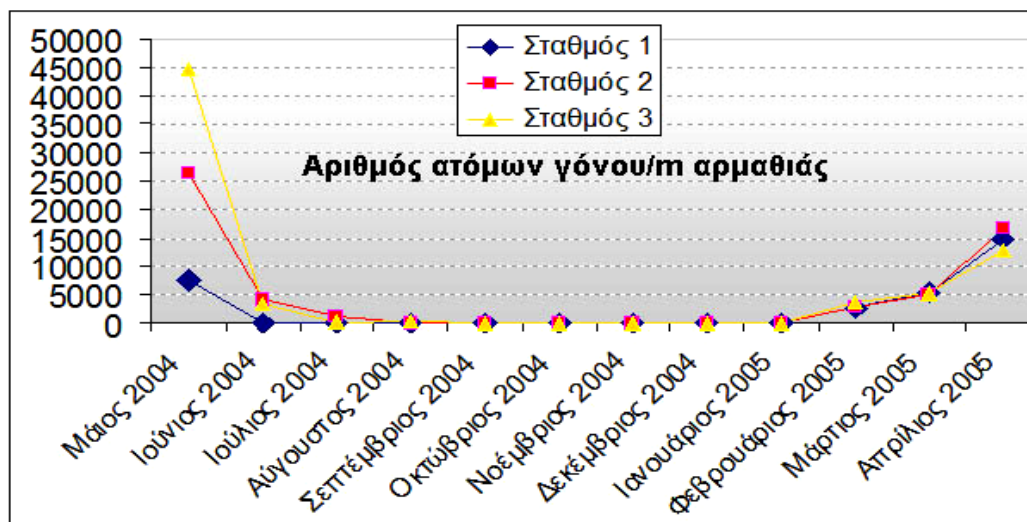
Η περίοδος εγκατάστασης του γόνου στην περιοχή μελέτης είναι παρόμοια με άλλες περιοχές της Μεσογείου, όπως φαίνεται από συγκριτικά στοιχεία που παραθέτονται στον πίνακα 4. Στον ίδιο πίνακα φαίνεται ότι, η περίοδος παρουσίας ατόμων μήκους <26,00 mm του είδους *Mytilus galloprovincialis* διαρκεί από 5-9 μήνες, ανάλογα με την περιοχή και την περίοδο μελέτης.

Στο ΒΔ Θερμαϊκό κόλπο, η πυκνότητα του γόνου μεγέθους < 6,50 mm πάνω στις αρμαθιές, ήταν από 15.000 – 45.000 άτομα/m αρμαθιάς με μέσο όρο περίπου 29.000 άτομα/m αρμαθιάς ενώ στο ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης, στην περιοχή της Χαλάστρας, η μέγιστη πυκνότητα γόνου που καταγράφηκε ήταν περίπου κατά μέσο όρο 17.000 άτομα/m αρμαθιάς (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007), δηλ. πολύ λιγότερα (σχεδόν τα μισά) από την περιοχή του Λουδία (Εικ. 4.4).

Πίνακας 4. Περίοδος παρουσίας νεοεισερχόμενων και γόνου (< 26 mm), για τα είδη μυδιού *Mytilus galloprovincialis* (*M.g.*), *M. edulis* (*M.e.*), *Perna viridis* (*P.v.*) και *P. canaliculus* (*P.c.*).

Περιοχή	Είδος	Περίοδος παρουσίας νεοεισερχόμενων & γόνου (< 26 mm)											Κύριο βάθος εγκατάστασης	Βιβλιογραφική Αναφορά	
<b>Β. ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ</b>															
Αγγλία	<i>M.e.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	~ 0,5 m	Spencer (2002)
ΒΔ Ισπανία	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	5,0 m	Fuentes & Morales (1993)
ΒΔ Ισπανία	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	~ 0,5 m	Martinez <i>et al.</i> (1993)
ΒΑ Ισπανία	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	~ 5,0 m	Ramon <i>et al.</i> (1993)
Β Ιταλία	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	2,5 m	Ceccherelli & Rossi (1984)
Δ Ιταλία	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	12,0 m	Ardizzone <i>et al.</i> (1996)
Ν Ιταλία (Taras)	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	~ 0,5	Della Rica (1996)
Ελλάδα (ΒΔ κόλπος Θεσσαλονίκης)	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	4,0 m	A.T.E.I.Θ. (2007)
Ελλάδα (ΒΔ Θερμαϊκός κόλπος)	<i>M.g.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	4,0 - 5,0 m	Παρούσα μελέτη
ΝΑ Ινδία	<i>P.v.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	2,0 - 6,0 m	Rajagopal <i>et al.</i> (1998)
<b>Ν. ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ</b>															
Νέα Ζηλανδία	<i>P.c.</i>	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	8,0 m	Spencer (2002)

Αυτές οι πυκνότητες γόνου που ήταν εγκαταστημένοι στις αρμαθίες που έφεραν μύδια παραγωγής, τόσο στη Χαλάστρα όσο και στο Λουδία, αντιστοιχούν σε πυκνότητες που προέρχονται από κοινούς συλλεκτήρες με σχοινιά, ενώ σύγχρονου τύπου συλλεκτήρες που άρχισαν να διατίθενται πρόσφατα, στην ευρωπαϊκή αγορά, συλλέγουν ποσότητες γόνου > 54.000 άτομα/m αρμαθιάς (Filgueira *et al.*, 2007).



Εικ. 4.4. Χρονική μεταβολή της πυκνότητας του γόνου των μυδιών, εκφραζόμενος ως αριθμός ατόμων ανά μ αρμαθιάς.

Παρά το γεγονός ότι οι ποσότητες του γόνου στο Λουδία είναι μεγαλύτερες πάνω στις αρμαθιές, δεν αποτελούν πηγή γόνου για τις ανάγκες των μυδοτροφείων της περιοχής, σύμφωνα με εκτιμήσεις των τοπικών μυδοκαλλεργητών σε αντίθεση με τη Χαλάστρα. Η πηγή προμήθειας γόνου στο Λουδία, είναι οι συλλεκτήρες και οι γραμμές παραγωγής (μάννα) όπως πρόκυψε από πληροφορίες μας αλλά και από σχετική μελέτη της Τσουτσούλη (2008). Οι παραγωγοί του Λουδία για να διατηρήσουν καθαρές τις αρμαθιές για παραγωγή στις πλωτές κυρίως, μονάδες, βυθίζουν τις αρμαθιές μέχρι τον πυθμένα για να έχουν τη δυνατότητα οι θηρευτές (π.χ. καβούρια, γαστερόποδα) να αναρριχηθούν σε αυτές προκειμένου να καταναλώσουν το γόνο του μυδιού. Επίσης, όσοι διαθέτουν πασσαλωτές μονάδες, μεταφέρουν τις αρμαθιές των πλωτών σε αυτές και τις εκθέτουν στον αέρα για να στεγνώσουν και να θανατωθούν οι επιβιότες, μεταξύ των οποίων, κυρίαρχη θέση έχει ο γόνος του μυδιού μετά την εγκατάστασή του.

Το μέγεθος του γόνου που συγκεντρώνεται για να τοποθετηθεί στη μονάδα για τη νέα καλλιεργητική περίοδο τον Ιούνιο μήνα, είναι περίπου 20 mm. Ο παραγωγός τοποθετεί 1.000 – 1.500 άτομα γόνου/μ αρμαθιάς. Σύμφωνα με τον Spencer (2002), στην Ισπανία, η πυκνότητα του γόνου μεγέθους 10 mm, κυμαίνεται από 6.000 άτομα/μ αρμαθιάς έως 300 άτομα μεγέθους 40 mm ενώ στην Ιρλανδία, κυμαίνεται από 0,5 - 1,5 kg ανά μέτρο αρμαθιάς για το είδος *M. edulis* μεγέθους 20 mm.

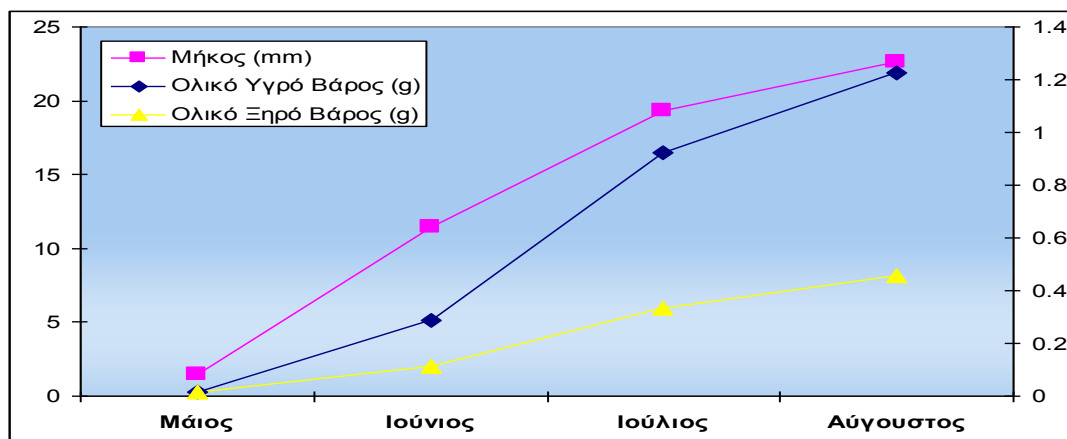


## Μεταβολή των παραμέτρων του γόνου

Οι μέσες τιμές του μήκους, του ολικού υγρού και ξηρού βάρους του γόνου από το σταθμό 1 είναι πολύ χαμηλότερες από εκείνες των άλλων δύο σταθμών μελέτης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο μυδοκαλλιεργητής του πρώτου σταθμού δεν τοποθέτησε γόνο στην αρχή του καλοκαιριού, όπως οι άλλοι δύο καλλιεργητές παρά μόνο το Νοέμβριο μήνα, οπότε τότε ήταν δυνατή η λήψη δειγμάτων, όπως προαναφέρθηκε.

Το έτος 2000, στα ρηχά της περιοχής μελέτης, η χλωροφύλλη-α ήταν 1,0-14,0  $\mu\text{g l}^{-1}$  ενώ στα 5 m, η συγκέντρωση χλωροφύλλης-α κυμάνθηκε από 0,5-4,0  $\mu\text{g l}^{-1}$  (ΕΚΘΕ, 2001). Οι αντίστοιχες τιμές την ίδια περίοδο στην περιοχή της Χαλάστρας, ενώ ήταν παρόμοιες με αυτές του Λουδία, σε πρόσφατες μελέτες, η χλωροφύλλη-α έπεσε σε επίπεδα ολιγοτροφικού περιβάλλοντος (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Προγενέστερες μελέτες που διεξήχθησαν το 1998, αναφέρουν τιμές χλωροφύλλης-α  $> 1,25 \mu\text{g l}^{-1}$  (Nikolaidis *et al.*, 2006).

Ο ρυθμός αύξησης του γόνου ως προς το μέγεθός και το βάρος του (Εικ. 4.5), είναι υψηλότερος τον Ιούνιο-Ιούλιο όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές και υπάρχουν υψηλές τιμές πυριτικών αλάτων (ΕΚΘΕ 2001), επομένως και κατάλληλη τροφή όπως είναι τα δίατομα.



Εικ. 4.5. Ρυθμός αύξησης του γόνου των μυδιών σύμφωνα με τις μέσες τιμές του μήκους (mm), και των ολικών βαρών (υγρού και ξηρού), στους σταθμούς 2 και 3 στην περιοχή μελέτης.

Στην Αδριατική, υψηλότερος ρυθμός αύξησης των μυδιών καταγράφηκε κατά την εαρινή περίοδο, σε θερμοκρασία 10 - 17 °C (Μάρτιος-Μάιος 2005), αρκετά νωρίτερα από το Λουδία (2004) και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (Peharda *et al.*, 2007).

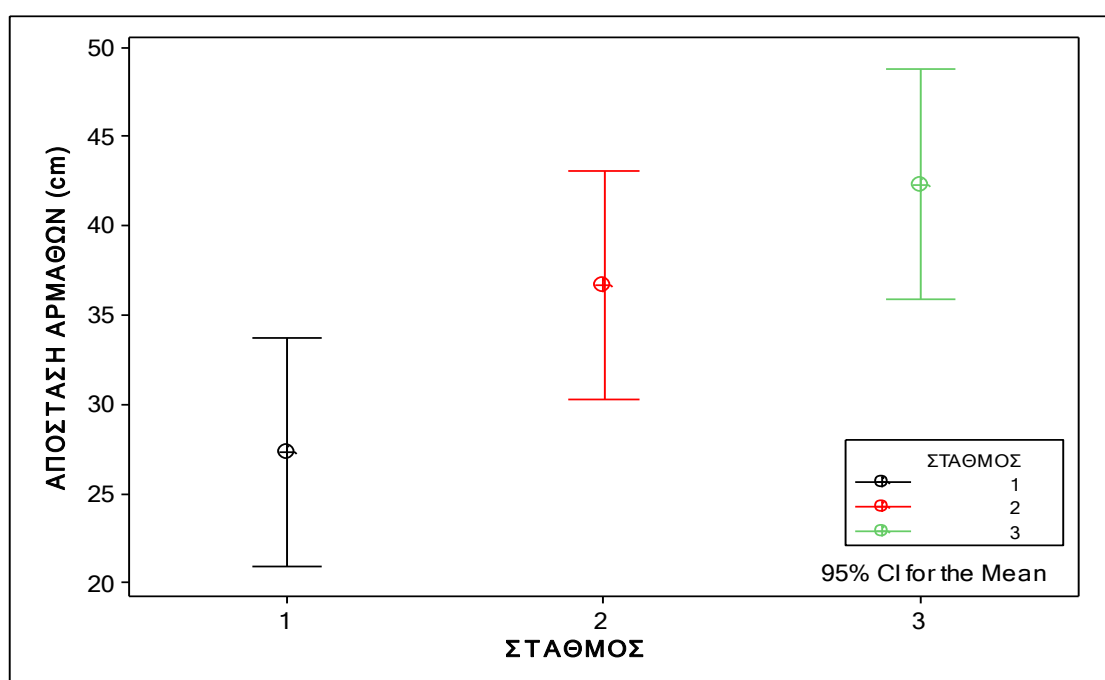
Στον πίνακα 5 δίνονται οι τιμές των παραμέτρων μήκους-βάρους, χαρακτηριστικών για την αύξηση του γόνου στην περίοδο μελέτης.

Πίνακας 5. Χρονική μεταβολή της μέσης τιμής  $\pm$  τυπικής απόκλισης των παραμέτρων που μετρήθηκαν στο γόνο του μυδιού στους σταθμούς 1, 2 και 3 στην περιοχή μελέτης.

Σταθμός 1	Μήκος (mm)	Ολικό υγρό βάρος (g)	Ολικό ξηρό βάρος (g)
Μάιος	0,82 $\pm$ 0,77	0,009 $\pm$ 0,011	0,008 $\pm$ 0,007
Ιούνιος	-	-	-
Ιούλιος	-	-	-
Αύγουστος	-	-	-
Σεπτέμβριος	-	-	-
Οκτώβριος	-	-	-
Νοέμβριος	-	-	-
Δεκέμβριος	12,50 $\pm$ 0,00	0,317 $\pm$ 0,003	0,095 $\pm$ 0,005
Ιανουάριος	14,64 $\pm$ 2,67	0,388 $\pm$ 0,105	0,146 $\pm$ 0,069
Φεβρουάριος	0,53 $\pm$ 0,37	0,004 $\pm$ 0,001	0,002 $\pm$ 0,000
Μάρτιος	0,97 $\pm$ 0,79	0,008 $\pm$ 0,007	0,007 $\pm$ 0,004
Απρίλιος	0,62 $\pm$ 0,55	0,006 $\pm$ 0,003	0,005 $\pm$ 0,002
Σταθμός 2	Μήκος (mm)	Ολικό υγρό βάρος (g)	Ολικό ξηρό βάρος (g)
Μάιος	1,36 $\pm$ 1,34	0,016 $\pm$ 0,018	0,014 $\pm$ 0,009
Ιούνιος	10,21 $\pm$ 6,08	0,250 $\pm$ 0,358	0,100 $\pm$ 0,142
Ιούλιος	16,36 $\pm$ 6,66	0,639 $\pm$ 0,453	0,228 $\pm$ 0,163
Αύγουστος	23,81 $\pm$ 2,69	1,333 $\pm$ 0,414	0,451 $\pm$ 0,146
Σεπτέμβριος	-	-	-
Οκτώβριος	-	-	-
Νοέμβριος	-	-	-
Δεκέμβριος	-	-	-
Ιανουάριος	15,94 $\pm$ 4,40	0,618 $\pm$ 0,381	0,239 $\pm$ 0,162
Φεβρουάριος	0,60 $\pm$ 0,42	0,005 $\pm$ 0,001	0,003 $\pm$ 0,000
Μάρτιος	1,00 $\pm$ 0,81	0,009 $\pm$ 0,007	0,006 $\pm$ 0,004
Απρίλιος	0,74 $\pm$ 0,68	0,007 $\pm$ 0,004	0,006 $\pm$ 0,003
Σταθμός 3	Μήκος (mm)	Ολικό υγρό βάρος (g)	Ολικό ξηρό βάρος (g)
Μάιος	1,55 $\pm$ 1,21	0,019 $\pm$ 0,018	0,012 $\pm$ 0,007
Ιούνιος	12,77 $\pm$ 5,67	0,329 $\pm$ 0,301	0,128 $\pm$ 0,118
Ιούλιος	22,25 $\pm$ 4,04	1,204 $\pm$ 0,422	0,437 $\pm$ 0,153
Αύγουστος	21,45 $\pm$ 3,42	1,125 $\pm$ 0,504	0,460 $\pm$ 0,194
Σεπτέμβριος	-	-	-
Οκτώβριος	-	-	-
Νοέμβριος	14,77 $\pm$ 2,61	0,417 $\pm$ 0,091	0,179 $\pm$ 0,069
Δεκέμβριος	14,77 $\pm$ 2,61	0,404 $\pm$ 0,109	0,163 $\pm$ 0,067
Ιανουάριος	13,74 $\pm$ 6,09	0,445 $\pm$ 0,318	0,185 $\pm$ 0,136
Φεβρουάριος	0,85 $\pm$ 0,67	0,006 $\pm$ 0,005	0,005 $\pm$ 0,003
Μάρτιος	0,92 $\pm$ 0,78	0,008 $\pm$ 0,006	0,006 $\pm$ 0,004
Απρίλιος	0,79 $\pm$ 0,64	0,007 $\pm$ 0,004	0,005 $\pm$ 0,003

## 4.2 Ενήλικα

Τα δεδομένα όλα των ενήλικων μυδιών στην καλύτερη φάση συγκομιδής (Απρίλιος 2005) (βλ. Πίν. 3), όπως το μήκος, τα βάρη αλλά και η πυκνότητα των μυδιών στην αρμαθιά και στους τρεις σταθμούς δειγματοληψίας, δεν φαίνεται να διαφέρουν μεταξύ τους. Διαφορά εντοπίζεται μόνο στην απόσταση μεταξύ των αρμαθιών του πρώτου σταθμού με τον τρίτο (Εικ. 4.6). Διαχειριστικά όμως υπάρχει σημαντική απόκλιση στο σταθμό 1 από τους άλλους δυο. Πιο συγκεκριμένα, ο σταθμός 1 δέχεται τοποθέτηση εμπορικού γόνου (μέγεθος λίγο μικρότερο του εμπορικού = 5cm) το Νοέμβριο και τα μύδια αραιώνονται μια φορά λιγότερο (Εικ. 4.7).



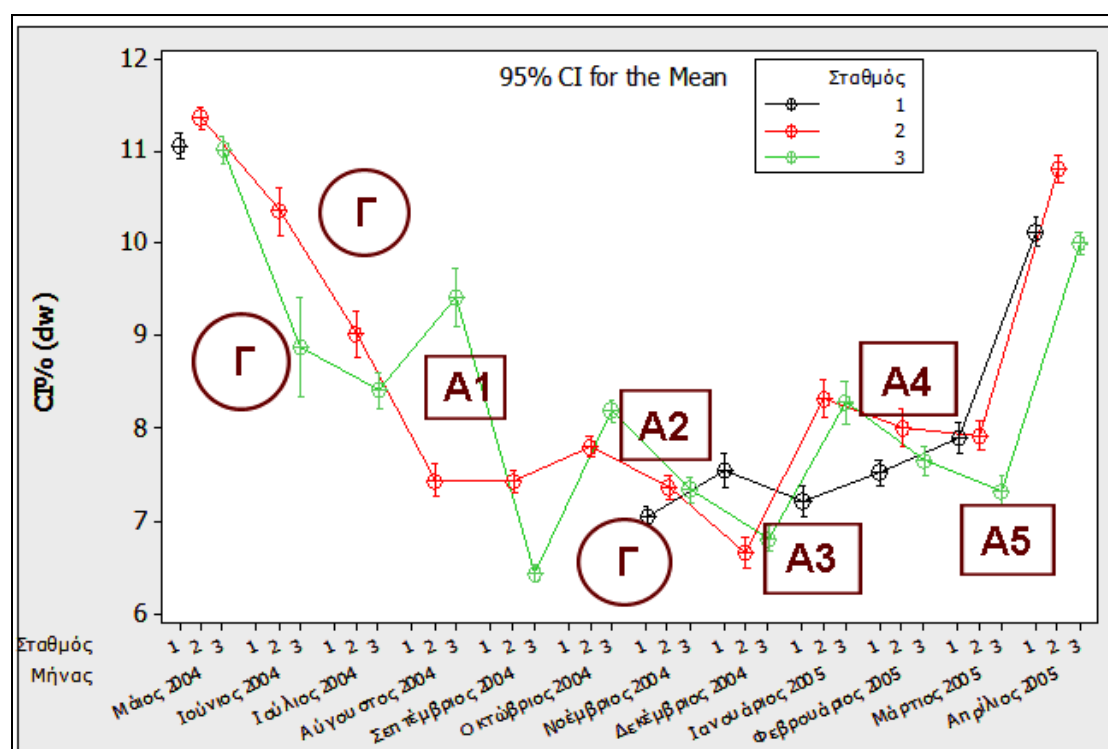
Εικ. 4.6. Η απόσταση μεταξύ των αναρτημένων αρμαθιών στην γραμμή παραγωγής των σταθμών 1, 2 και 3 στην περιοχή μελέτης (Λουδίας) με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean).

### Διαχειριστική τακτική στο Λουδία

Γενικά όμως, οι αραιώσεις στο Λουδία είναι πολύ περισσότερες (4 - 5) από αυτές στη Χαλάστρα (2 - 3). Είναι γνωστό ότι κάθε αραιώση αποτελεί πιεστικό παράγοντα για τα μύδια και καθυστερεί η αύξησή τους. Σε καλλιέργειες χωρών της Ευρώπης αποφεύγεται η αραιώση όσο το δυνατόν περισσότερο και γίνεται μόνον στον απόλυτα αναγκαίο βαθμό (δηλαδή, να αποφευχθεί ο κίνδυνος αποκόλλησης

των μυδιών από τα σχοινιά παραγωγής και να βελτιωθεί ο ρυθμός αύξησης τους). Οι αραιώσεις αυτές λαμβάνουν χώρα μια ή το πολύ δυο φορές (Gosling, 2003).

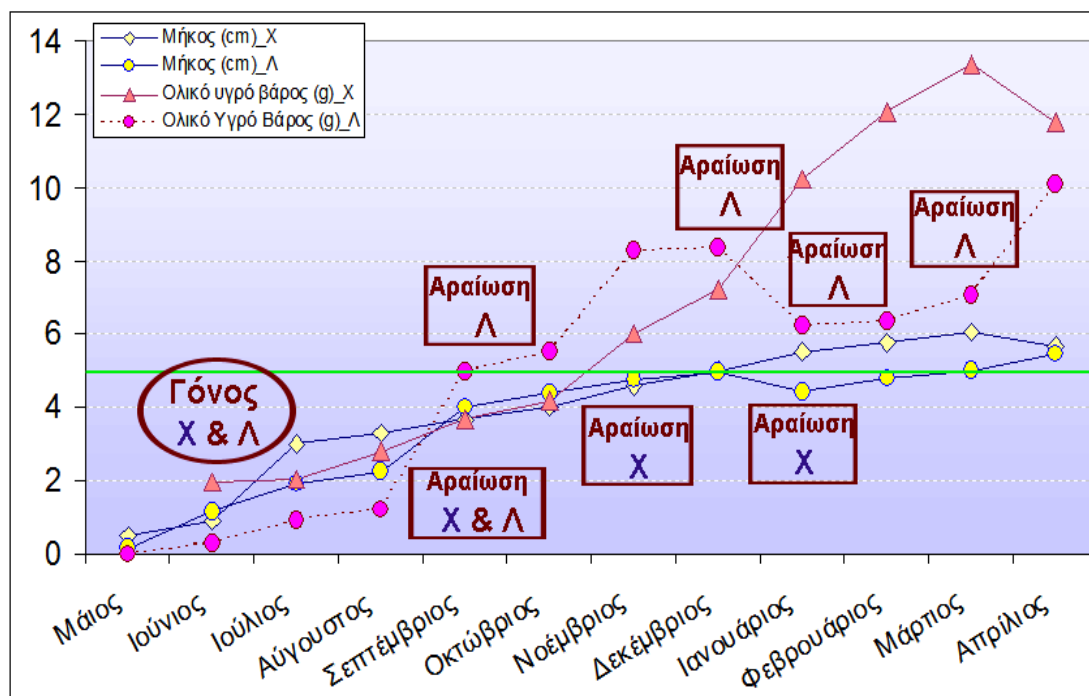
Η διαχειριστική τακτική των πολλών αραιώσεων αλλά και της μικρής απόστασης μεταξύ των αρμαθιών που υιοθετήθηκε στο Λουδία, φαίνεται να έχει σημαντική επίπτωση στο δείκτη ευρωστίας των μυδιών τους και σε βάθος χρόνου. Ο δείκτης ευρωστίας των μυδιών στο Λουδία πριν μια πενταετία είχε καταγραφεί να παίρνει τιμές γύρω και πάνω από το 50 % στη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους (ΕΚΘΕ 2001) ενώ στην παρούσα μελέτη, οι μέσες τιμές του δείκτη αυτού προσεγγίζουν την τιμή 50 % μόνο την άνοιξη ενώ στο μεγαλύτερο διάστημα του έτους κυμαίνονται κυρίως από 30 - 40 %. Οι μειούμενες τιμές του δείκτη ευρωστίας των μυδιών στο Λουδία, δηλώνει σημαντική υποβάθμιση της ποιότητάς τους και επιφέρει μεγάλες οικονομικές απώλειες στους παραγωγούς της περιοχής σε σχέση με τους παραγωγούς της Χαλάστρας (Α.Τ.Ε.Ι.Θ., 2007). Στη Χαλάστρα παρά το γεγονός ότι και εκεί από το 1996 η ποιότητα των μυδιών υποβαθμίζεται (Κράββα 2000, ΕΚΘΕ 2001) και χωρίς να δείχνει σημεία ανάκαμψης (ΑΤΕΙΘ 2007), ο δείκτης ευρωστίας των μυδιών παραμένει με τιμές > 50 %, στη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.



Εικ. 4.7. Χρονική μεταβολή του μέσου μήκους (cm) των μυδιών στους σταθμούς μελέτης 1, 2 και 3 με όρια εμπιστοσύνης για 95 % πιθανότητα (CI 95% for the mean). Όπου Γ = τοποθέτηση γόνου για τη νέα καλλιεργητική περίοδο και A1-A5 = αραιώσεις των αρμαθιών.

## Διαφορές διαχείρισης μεταξύ Λουδία - Χαλάστρας

Η διαφορά αυτή στην ποιότητα των μυδιών Χαλάστρας και Λουδία, γίνεται αντιληπτή και από τη χρονική μεταβολή του βάρους των μυδιών ( Εικ. 4.8) όταν στο μήκος δεν φαίνεται να υπάρχουν ουσιαστικές μεταβολές μεταξύ των δυο περιοχών. Οι επιπλέον αραιώσεις που εφαρμόζονται στην περιοχή του Λουδία, μειώνουν τελικά, την παραγωγή μέχρι και περισσότερο από 50 % σε σχέση με την παραγωγή στη Χαλάστρα σε μεγάλο διάστημα του χειμώνα και της άνοιξης (Εικ. 3.27).



Εικ. 4.8. Ρυθμός αύξησης των μυδιών σύμφωνα με τις μέσες τιμές του μήκους (mm) και των ολικών υγρών βαρών στην περιοχή μελέτης στο Λουδία (Λ) για την περίοδο Μαΐου 2004 – Απριλίου 2005 καθώς και των αντίστοιχων τιμών στην περιοχή Χαλάστρας (Χ) για το έτος 2006 (ΑΤΕΙΘ 2007). Επισημαίνονται οι περίοδοι τοποθέτησης γόνου και αραιώσεων στις μυδοκαλλιέργειες των δυο περιοχών.

## Ανάπτυξη και ποιότητα των μυδιών στο Λουδία

Τα ενήλικα μύδια στο Λουδία αυξάνονται σε βάρος, το φθινόπωρο ως τις αρχές του χειμώνα και σύμφωνα με το ΕΚΘΕ (2001), η περίοδος αυτή συμπίπτει με αυξημένη παρουσία πυριτικών αλάτων στο νερό και υψηλών τιμών του κλάσματος χλωροφύλλης-α μεγέθους < 5 μm. Το μέγεθος αυτό ανήκει στο καταλληλότερο μέγεθος τροφής των διθύρων που μπορεί να συγκρατήσουν για τροφή (Lucas *et al.* 1987, Smaal & Widdows 1994). Σε αυτά τα μεγέθη ανήκουν τα διάτομα που χρησιμοποιούν το πυρίτιο και σε περίπτωση απουσίας των πυριτικών αλάτων, τα διάτομα δεν μπορούν να πολλαπλασιασθούν (Graneli & Flynn, 2006).

Η σχέση μήκους-βάρους των ενήλικων του Λουδία συνολικά, έδωσε τιμή του συντελεστή b (κλίση της ευθείας γραμμική παλινδρόμηση) σχεδόν 2,4. Η τιμή αυτή είναι μικρότερη από αντίστοιχη τιμή του Λουδία (~2,7) σε μελέτη στην ίδια περιοχή το 2000, (ΕΚΘΕ, 2001) και ενισχύει την τάση υποβάθμισης της ποιότητας των μυδιών.

Από τα προαναφερόμενα, προκύπτει ότι τις πιο βασικές παραμέτρους για τη βιώσιμη μυδοκαλλιέργεια είναι η τροφή και ο υδροδυναμισμός (Inglis *et al.*, 2000). Έτσι, στην περιοχή του Λουδία:

α) οι τιμές χλωροφύλλης-α που μετρήθηκαν ήταν από 1 -14 μg/l (ΕΚΘΕ, 2001), μεγαλύτερες από την ποσότητα του 1 μg/l για επαρκή υποστήριξη περιοχών με μυδοκαλλιέργειες (Inglis *et al.*, 2000),

β) το 70 – 80 % της χλωροφύλλης-α αποτελούν κύτταρα μεγέθους < 5 μm (ΕΚΘΕ, 2001) κατάλληλα για τροφή των μυδιών (Lucas *et al.*, 1987) και

γ) τα ρεύματα της περιοχής είναι μέτρια ως ασθενή (Inglis *et al.*, 2000), αφού έχουν ταχύτητα ως 17 cm/s με συχνότερο εύρος τιμών 2 - 8 cm/s όπως και της Χαλάστρας (ΕΚΘΕ 2001).

Από τα παραπάνω, συνάγεται ότι οι μειωμένοι ρυθμοί αύξησης των μυδιών στο Λουδία πρέπει μάλλον να αποδοθούν στις διαχειριστικές ενέργειες των μυδοκαλλιεργητών, κυρίως στις πολλές αραιώσεις που επιλέγουν να κάνουν (Εικ. 4.8) και στην ιδιαίτερη τοποθεσία των μονάδων τους ανάμεσα σε τρεις εκβολές αντίστοιχων ποταμών που επηρεάζουν ορισμένες περιόδους το θαλάσσιο περιβάλλον, όπως π.χ. με τη μεγαλύτερη μείωση της θερμοκρασίας τους χειμερινούς μήνες.

## Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Εν κατακλείδι, από την παρούσα εργασία που εκπονήθηκε με σκοπό την εκτίμηση της παραγωγικότητας των πλωτών μυδοκαλλιεργειών στο ΒΔ Θερμαϊκό κόλπο και της ποσότητας του γόνου που επικάθεται στις αρμαθίες των μυδιών, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Ο γόνος εμφανίζεται κυρίως από το Φεβρουάριο έως και τον Ιούλιο, με εντονότερη παρουσία το Μάιο. Ο γόνος απουσιάζει τελείως από όλους τους σταθμούς μελέτης τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Στο υπόλοιπο του διαχειριστικού έτους εμφανίζεται σποραδικά, σε ελάχιστες ποσότητες.
- Η μέση πυκνότητα του γόνου στην περίοδο εγκατάστασης είναι από 15.000 άτομα/ m αρμαθιάς έως 49.000 άτομα, με μέσο όρο περίπου 29.000 άτομα/ m αρμαθιάς.
- Ο γόνος ανήκει κατά μέσο όρο στις κλάσεις μεγέθους (0,36-7,83 mm).
- Γόνος μήκους ( $\geq 20,00$  mm) υπάρχει από τέλη Μαΐου, μέγεθος που ενδιαφέρει τους καλλιεργητές για την ανανέωση της παραγωγής και την έναρξη της νέας καλλιεργητικής περιόδου.
- Ο περισσότερος γόνος (52,0 %) συλλέχθηκε από τον σταθμό **3**, που βρίσκεται Νοτιοανατολικά του κόλπου του Λουδία. Ακολουθεί ο σταθμός **2** (30,6 %), που βρίσκεται στο κέντρο του κόλπου και εσωτερικά στις εκβολές του ποταμού βρίσκεται ο σταθμός **1** με το λιγότερο γόνο (17,4 %).
- Παρά το γεγονός ότι η πυκνότητα του γόνου που εγκαθίσταται στις αρμαθίες παραγωγής είναι μεγάλη, δεν χρησιμοποιείται από τους καλλιεργητές προς παραγωγή. Έτσι οι παραγωγοί ποντίζουν ως το βυθό τις αρμαθίες με σκοπό τη θήρευση του γόνου από ψάρια, καβούρια και άλλους οργανισμούς.
- Ο δείκτης ευρωστίας (CI%) επηρεάζεται από το βάθος (σταθμοί **1** και **3**). Γενικά, ο δείκτης είναι καλύτερος στο βάθος 4 m από το βάθος των 7 m, ωστόσο στο σταθμό **2** ο ίδιος εμφανίζεται αυξημένος και στο βάθος των 6 m.
- Ο δείκτης ευρωστίας δεν διαφέρει μεταξύ των σταθμών μελέτης, ωστόσο ο σταθμός **3** διαθέτει καλύτερης ποιότητας μύδια.

- ➔ Στην περιοχή του Λουδία, ο δείκτης ευρωστίας πλησιάζει το 50 % το χειμώνα και την άνοιξη, αλλά δεν ξεπερνάει ποτέ αυτή την τιμή στο διαχειριστικό έτος 2004-2005. Οι τιμές του δείκτη είναι χαμηλότερες σε σχέση με παλαιότερες μελέτες που έγιναν στην περιοχή και πολύ χαμηλότερες από της Χαλάστρας.
- ➔ Οι διαχειριστικές ενέργειες που ασκούνται στις μονάδες είναι εξατομικευμένες (αραιώσεις και αποστάσεις μεταξύ αρμαθιών). Η διαχειριστική τακτική που ακολουθείται από ορισμένους παραγωγούς της περιοχής (4-5 αραιώσεις) είναι έντονη και φαίνεται να αναστέλλει την ανάπτυξη των μυδιών. Επίσης, η υδροδυναμική μάλλον παίζει σημαντικό ρόλο και στην περιοχή του Λουδία. Είναι η παράμετρος που απαιτείται η μελέτη της με λεπτομερέστερη έρευνα και συσχέτισή της με την παραγωγή.
- ➔ Έτσι, ο κύκλος διαχείρισης στην περιοχή του Λουδία για τα πλωτά μύδοτροφεία έχει ως εξής:

Έτος Α'	Ιανουάριος	τοποθέτηση συλλεκτήρων γόνου
	Ιούνιος	τοποθέτηση γόνου σε αρμαθιές
	Αύγουστος	1 <sup>η</sup> αραίωση αρμαθιών (σπάσιμο)
	Οκτώβριος	2 <sup>η</sup> αραίωση αρμαθιών
	Δεκέμβριος	3 <sup>η</sup> αραίωση αρμαθιών
Έτος Β'	Φεβρουάριος	4 <sup>η</sup> αραίωση αρμαθιών
	Μάρτιος	5 <sup>η</sup> αραίωση αρμαθιών
	Μάιος	συγκομιδή και διάθεση παραγωγής



## 6. Βιβλιογραφία

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Alfaro A. C., 2005. Effect of water flow and oxygen concentration on early settlement of the New Zealand green-lipped mussel, *Perna canaliculus*. *Aquaculture*, **246**: 285-294.
- Almada –Vilella, P.C., Davenport, J., Gruffydd, L.L.D., 1982. The effect of temperature on the shell growth of young *Mytilus edulis* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **59**: 275-88.
- Aunaas, T., Denstad, J. P., Zachariassen, K. E., 1988. Ecophysiological importance of the isolation response of hibernating blue mussels (*Mytilus edulis*). *Marine Biology*, **98**: 415-419.
- Arsenoudi P., Scouras Z. and Chintiroglou C.C., 2003. First evaluation of *Mytilus galloprovincialis* LMK, Natural populations in Thermaikos gulf : Structure and distribution. *Fresenius Environmental Bulletin*, V.12 (11): 1384-1393 pp.
- Baird, R. H., 1966. Factors affecting the growth and condition of mussels (*Mytilus edulis*). *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food*, London., Ser. II, **25**: 1-33.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. and McLarney, W. O. (1972) In: *Aquaculture*, Wiley, New York p. 868.
- Barber R.W. & Volakos N., 1997. Wind-induced coastal circulation in the northern Aegean Sea.  
<http://www.cse.scitech.ac.uk/ceg/envmod/wind/windinduced.shtml>
- Bayne, B. L., 1965. Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). *Ophelia*, **2**: 1-47.
- Bayne, B. L., 1976a. Aspects of reproduction in bivalve molluscs. In: F. J. Verneberg (ed), *Estuarine Processes*. Vol. 1. Uses, stresses and adaptation to the estuary. Academic press, New York, pp. 432-448.
- Bayne, B. L., 1976b. The biology of mussel Larvae. In: *Marine Mussels: their ecology and physiology*. B. L. Bayne (ed), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 81-120.
- Bohle, B., 1972. Effects of adaptation to reduced salinity on the filtration activity and growth of mussels (*Mytilus edulis*). *Journal of Experimental Marine Biology Symposium Bangor*, U. K., 1969. Cambridge University Press, Cambridge pp. 63-69.

- Brousseau, D. J., 1983. Aspects of reproduction of the blue mussel, *Mytilus edulis* (Pelecypoda, Mytilidae) in Long Island Sound. *Fisheries Bulletin*, **81**: 733-739.
- Ceccherelli V. U., Rossi R., 1984. Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine ecology*, **16**: 173-184
- Cáceres-Martinez J., Robledo F.A.J., Fiqueras A., 1993. Settlement of *Mytilus galloprovincialis* on an exposed rocky shore in Ría de Vigo, NW Spain. *Marine Ecology Progress Series*, **93**: 195-198.
- Caceres-Martinez, J. & Fiqueras, A., 1997. The mussel, oyster and pectinid fisheries of Spain. In: *The History, Present Condition, and the Future of the Molluscan Fisheries of North and Central America and Europe*, Vol. 3, Europe (eds C. L. MacKenzie, Jr, V.G. Burrell, Jr, A. Rosenfield & W.L. Hobert), pp. 165-90. US Department of Commerce, NOAA technical Report **129**.
- E.C., 1995. State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. Environmental Assessment Series, No 5, (ed. Izzo G. & Moretti S.), pp 85-91.
- Davenport, J., 1979. The isolation response of mussels (*Mytilus edulis* L.) exposed to falling sea water concentrations. *Journal of Marine Biological Association of U. K.*, **59**: 124-132.
- Della Rica R., 1996. Recruitment of *Mytilus galloprovincialis* Lam. in the Mar Grande of Taranto (Ionian Sea). *Nova Thalassia*, **12**: 7-17.
- Dix, T. G. and Ferguson, A., 1984. Cycles of reproduction and condition in Tasmanian blue mussel *Mytilus edulis planulatus*. *Australian Journal of Marine Freshwater Research*, **35**: 307-313.
- FAO, 1999. Yearbook of Fishery Statistics for 1997. Vol. **84**: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO, 2002. Food and agriculture organization of the United Nations, FAOSTAT database. <http://apps.fao.org/page/collections>.
- Ferran, E., Trevino, M., Mancebo, M. J., Crespo, C., Espinosa, J., 1990. Estudio del ciclo gonadal annual en *Mytilus galloprovincialis* : cinetica de poblaciones celulares en el manto y reservas bioenergeticas. In: *Actas, III Congreso Nacional de Acuicultura*, pp. 467-472.
- Filguera R., Peteiro G. L., Labarta U., Fernandez-Reiriz M. J., 2007. Assesment of collector ropes in Galician mussel farming. *Aquacultural Enigineering*, **37**: 195-201.

- Fuentes, J. & Molares, J., 1993. Settlement of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors suspended from rafts in the Ria de Arousa (NW of Spain): annual pattern and spatial variability. *Aquaculture*, **122**: 55-62.
- Fuentes, J., Gregorio, V., Giraldez, R. & Molares, J., 2000. Within-raft variability of the growth rate of mussels, *Mytilus galloprovincialis*, cultivated in the Ria de Arousa (NW Spain). *Aquaculture*, **189**: 39-52.
- Gosling Elizabeth, 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In: *The mussel, Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. Elsevier, Amsterdam, **3**: 53-80.
- Gosling Elizabeth, 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In: *The mussel, Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. Elsevier, Amsterdam, **4**: 87-157.
- Gosling Elizabeth, 2003. Fisheries and Management of Natural Populations. In: *Bivalve Molluscs: biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **6**: 169-200.
- Gosling Elizabeth, 2003. Fisheries and Management of Natural Populations. In: *Bivalve Molluscs: biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **8**: 296-304
- Gosling Elizabeth, 2003. Fisheries and Management of Natural Populations. In: *Bivalve Molluscs: biology, Ecology and Culture*. Blackwell, Oxford, **12**: 412-439.
- Graneli E. & Flynn K., 2006. Chemical and physical factors influencing toxin content. In: Graneli E. & Turner J.T.. *Ecology of harmful algae*. Springer-Verlag, Berlin, 229 – 241.
- Holland, B., Brown, J., Buss, D.H., 1993. Fish and Fish products. McCance and Widdowson's, *The composition of foods*, 5<sup>th</sup> Ed., 1993, Royal Society of chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- Hrs- Brenko, M., 1973. The study of mussel larvae and their settlement in Vela Draga Bay ( Pula , the northern Adriatic Sea). *Aquaculture*, **2**: 173-182.
- Hyder, P., J., Simpson, H., Christopoulos, S. & Krestenitis, Y., 2002. The seasonal cycles of stratification in the Thermaikos Gulf Region of Freshwater Influence (ROFI), North-west Aegean. *Continental Shelf Research*, **22**: 2573-2597.
- Inglis G.J., Hayden B.J. & Ross A.H., 2000. An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Client Report: CHC00/69, Project No. MFE00505, Ministry for Environment, 31 pp.

- Kautsky, N., 1982a. Quantitative studies on the gonad cycle, fecundity, reproductive output and recruitment in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Marine Biology*, **68**: 143-160.
- Kautsky, N., 1982b. Growth and size structure in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Marine Biology*, **68**: 117-133.
- Kautsky, N., Johnnesson, J., Tedengren, M., 1990. Genotypic and phenotypic differences between Baltic and North sea populations of *Mytilus edulis* evaluated through reciprocal transplantations. 1. Growth and morphology. *Journal of Marine Ecology Progress Series*, **59**: 203-210.
- Kent, R. M. L., 1979. The influence of heavy infestations of *Polydora ciliate* on the flesh content of *Mytilus edulis*. *Journal of Marine Biological Association of U. K.*, **59**: 289-297.
- Loo, L. O., Rosenberg, R., 1983. *Mytilus edulis* culture, growth and production in western Sweden. *Aquaculture*, **35**: 137-150.
- Lowe, D. M., Moore, M. N. and Bayne, B. L., 1982. Aspects of gametogenesis in the marine mussel *Mytilus edulis* L. *Journal of Marine Biological Association of U. K.*, **62**: 133-145.
- Lubet, P., 1983. Experimental studies on the action of temperature on the reproductive activity of the mussel (*Mytilus edulis* L. Mollusca, Lamellibranchia). *Journal of Molluscan Studies Supplement* **12A**: 100-105.
- Lucas<sup>1</sup> I. M., Newell<sup>2</sup> R. C., Shumway<sup>3</sup> S. E., Seiderer<sup>1</sup> L. J. & Bally<sup>1</sup> R., 1987. Particle clearance and yield in relation to bacterioplankton and suspended particulate availability in estuarine and open coast populations of the mussel *Mytilus edulis*. *Marine Ecology – Progress series*, **36**: 215-224.
- Mackie, G., 1984. Bivalves. In: A. Thompa, N. Verdonk & Van Den Biggelaar, editors. *The mollusca reproduction*, Orlando. FL: Academic Press Inc. pp. 351-418.
- Mason, J., 1976. Cultivation. In: B. L. Bayne (Ed.), *Marine Mussels: their ecology and physiology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 385-410.
- Navarro, E., Iglesias, J.I.P., Perez Camacho A., Labarta, U., Beiras, R., 1991. The physiological energetics of mussels *Mytilus galloprovincialis* from different cultivation rafts in the Riaw de Arosa ( Galicia NW Spain). *Aquaculture* **94**: 197-212.
- Nikolaidis P. N., Karageorgis P. A., Kapsimalis V., Marconis G., Drakopoulou P., Kontoyiannis H., Krasakopoulou E., Pavlidou A., Pagou K., 2006.

- Circulation and nutrient modeling of Thermaikos Gulf, Greece. *Journal of Marine Systems*, **60**: 51-62.
- Peharda<sup>1</sup> M., Župan<sup>2</sup> I., Bavčević<sup>3</sup> L., Frankić<sup>4</sup> A., Klanjšček<sup>5</sup>, 2007. Growth and condition index of mussel *Mytilus galloprovincialis* in experimental integrate aquaculture. *Aquaculture Research*, **38**: 1714-1720.
- Perez-Camacho, A., Gonzalez, R., and Fuentes, J. (1991) Mussel culture in Galicia (NW. Spain). *Aquaculture*, **94 (2/3)**:263-273.
- Poulos, S. E., Chronis, G. Th., Collins, M.B. & Lycousis V., 2000. Thermaikos Gulf Coastal System, NW Aegean Sea : an Overview of Water/Sediment Fluxes in Relation to Air-Land-Ocean Interactions and Human Activities. *Journal of Marine Systems*, **25**: 47-76.
- Rajagopal S., Venugopalan<sup>2</sup> G., Velde<sup>1</sup> D. V., Jenner<sup>3</sup> H.A, 2006. Greening of the coasts: a review of the *Perna viridis* success story. *Aquatic Ecology*, **60**: 273-297.
- Rosenberg, R. and Loo, L. O., 1983. Energy flow in a *Mytilus edulis* culture in western Sweden. *Aquaculture*, **35**: 151-167.
- Rodhouse, P. G., Roden, C. M., Burnell, G. M., Hensey, M. P., McMahon, T., Ottway, B., Ryan, T., 1984. Food resource, gametogenesis and growth of *Mytilus edulis* on the shore and suspended culture: Killary Harbour, Ireland. *Journal of Marine Biological Association of U.K.*, **64**: 513-529.
- Schurink, C.E. & Griffiths, C. L., 1993. Factors affecting relative rates of growth in 4 South Africa mussel species. *Aquaculture*, **109**: 257-73.
- Seed, R., 1969. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and settlement. *Oecologia*, **3**: 227-316.
- Seed, R., 1980. Shell growth and form in the Bivalvia. In: D. C. Rhoads and R. A. Lutz (Eds.), *Skeletal Growth of Aquatic Organisms*. Plenum Press, New York, pp. 23-67.
- Seed R. & Suchanek, T. H. (1992). Population and community ecology of *Mytilus edulis*. In: *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. E. M. Gosling, (ed), *Elsevier*, Amsterdam, pp. 87-169.
- Strömngren T., Nielsen V. M., 1985. The effect of light on the shell length growth and defaecation rate of *Mytilus edulis* (L.). *Aquaculture*, **47**: 205-211.
- Sunila, I. and Lindstrom, R., 1981. Survival, growth, and shell deformities of copper and cadmium-exposed mussels (*Mytilus edulis* L.) in brackish water. *Estuarine Coastal Shellfish Science.*, **21**: 555-565.
- Tenore, K. R., Boyer, L. F., Cal, R. M., Corral, J., Garcia-Fernandez, C., Gonzalez, N., Gonzales-Gurriaran, E., Hanson, R. B., Krom, M., Lopez-Jamar, E.,

- McClain, J., Pamatmat, M. M., Perez, A., Rhoads, D. C., de Santiago, G., Tietjen, J., Westrich, J., Windom, H. L., 1982. Coastal upwelling in the Rias Bajas, N.W. Spain, Contrasting benthic regimes of the Rias de Arosa and de Muros. *Journal of Marine Research*, **40**: 701-772.
- Theodorou J. A., Nathanailides C., Kagalou I., Rizos D., Georgiou K, and I. Tzovenis, 2006a. Spat settlement pattern of the cultured Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* in the Maliakos bay (Greece). In: *Proceedings of WAS meeting*, Florence, Italy: 69.
- Theodorou, J. A., Nathanailides C., Makaritis P., Kagalou I., Nengas I., Anastasopoulou G. and Alexis M., 2006b. Gonadal maturation of the cultured mussel *Mytilus galloprovincialis* in the Maliakos bay (Greece): Preliminary results. In: *Proceedings of WAS meeting*, Florence, Italy: 290.
- Thompson, R. J., 1979. Fecundity and reproductive effort of the blue mussel (*Mytilus edulis*), the sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and the snow crab (*Chionectes opilio*) from populations in Nova Scotia and Newfoundland. *Journal of Fisheries Research Board Canada*, **36**: 955-964.
- Thiesen, B. F., 1987. Infestation of *Mytilus edulis* by *Mytilicola intestinalis*. *Ophelia*, **27**: 77-86.
- Villalda, A., 1993. Estrategias reproductoras del mejillon, *Mytilus galloprovincialis*, cultivado en las Rias de Vigo, Arosa, Muros y Ares-Betanzos (Galicia, NO. De Espana). In : A. Cervino, A. Landin, A. de Coo, A. Guerra and M. Torre (ed.), *Actas del IV Congreso Nacional de Acuicultura*, 21-24 September, Illa de Arousa, Galicia, Spain, pp. 329-334.
- Walne, P.R., 1979. Culture of bivalve mollusks, 50 years of experience at Conway. Fishing News Books Ltd, Farnham.
- Widdows , J., Nasci, C. & Fassatto, V.U., 1997. Effects of pollution on the scope for growth of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the Venice Lagoon, Italy. *Marine Environmental Research*, **43**: 69-79.
- Wilson, J. H., 1977. The growth of *Mytilus edulis* from Carlingford Lough. *Irish Fisheries Investment Series B* (Mar.), **17**: 1-15.
- Yamada, S. B. ,1989. *Mytilus californianus*, a new aquaculture species. *Aquaculture*, **81**: 275- 284.

### Ελληνική Βιβλιογραφία:

- ΑΠΘ., 2000. Χαρτογράφηση και γενετική ταυτοποίηση των φυσικών πληθυσμών μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* στους κόλπους της Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Α' ενδιάμεση τεχνική έκθεση για την ΝΑΘ, Δ/ση Αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Σκούρας Ζ. και Δρ. Χιντήρογλου Χ., 45 σελίδες .
- ΑΠΘ., 2001, Χαρτογράφηση και γενετική ταυτοποίηση των φυσικών πληθυσμών μυδιών του είδους *Mytilus galloprovincialis* στους κόλπους της Θεσσαλονίκης. 2<sup>η</sup> ενδιάμεση τεχνική έκθεση για την ΝΑΘ, Δ/ση Αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Σκούρας Ζ. και Δρ. Χιντήρογλου Χ., 56 σελίδες .
- Α. Τ. Ε. Ι. Θ., 2007a. Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και Διαχειριστικές Παρεμβάσεις Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Βελτίωσης. Επιστ. Υπεύθ. Δρ. Α. Μωρίκη, Θεσ/νικη, Ενδιάμεση Έκθεση, 164 σελίδες .
- Α. Τ. Ε. Ι. Θ., 2007b. Κυκλοφορία του νερού σε Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Υδατοκαλλιεργειών/μυδοκαλλιεργειών (ΠΟΑΥ) και Διαχειριστικές Παρεμβάσεις Χωροταξικής και Περιβαλλοντικής Βελτίωσης. Επιστ. Υπεύθ. Δρ. Α. Μωρίκη, Θεσ/νικη, Τελική Έκθεση, 314 σελίδες.
- Βαρελτζής Κ., 1999. Μυδοκαλλιέργεια-Προτάσεις: Τα μύδια ως τρόφιμο. *Πρακτικά Ημερίδας: Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Πιερίας*, Πύδνα, 27/5/99.
- Γαληνού-Μητσούδη Σοφία., 2003. Σημειώσεις Εκτροφής οστράκων, Α.Τ.Ε.Ι.Θ., Νέα Μουδανία, 109 σελίδες.
- Ε.Κ.Θ.Ε., 2001. Διαχειριστική μελέτη των Ζωνών Παραγωγής Μυδιών των Κόλπων Θεσσαλονίκης και Θερμαϊκού. Τελική Έκθεση για ΝΑΘ, Δ/ση αλιείας. Επιστημονικός υπεύθυνος Δρ. Παπαθανασίου Ε., 146 σελίδες.
- Πετρίδης Δ., 2000. Εφαρμοσμένη Στατιστική (με έμφαση στην επιστήμη των τροφίμων). Όμηρος Εκδοτική, Θεσσαλονίκη, 517 σελίδες.
- Τσουτσούλη Δ., 2008. Δυναμική και συλλογή γόνου του *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819, στο ΒΔ κόλπο Θεσσαλονίκης, 84 σελίδες.
- Υ.Π.Α.Α.Τ., 2007. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Αλιείας 2007-2013. 262 σελίδες.

### **Διαδικτυακές τοποθεσίες:**

[www.esa.org](http://www.esa.org)

[www.el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org)

[www. Eurostat.com](http://www.Eurostat.com)

[www.FAO.org](http://www.FAO.org)

[www.fao.org.%2Ffigis%....](http://www.fao.org.%2Ffigis%....)

<http://scholar.google.com>

[www.pacseafood.com/products/mussels](http://www.pacseafood.com/products/mussels)

[www.fish.wa.gov.au/docs/aqua/BlueMussels/FarmingMussel](http://www.fish.wa.gov.au/docs/aqua/BlueMussels/FarmingMussel)

<http://postconflict.unep.ch>

<http://www.minenv.gr>

<http://www.encora.eu/coastalwiki>